



8,50

L'auteur fait hommage de cet ouvrage à Messieurs les inspecteurs généraux de l'université impériale

LETTRES
MINÉRALOGIQUES
ET GÉOLOGIQUES
SUR LES VOLCANS
DE L'AUVERGNE.

LETTRES MINÉRALOGIQUES ET GÉOLOGIQUES SUR LES VOLCANS DE L'AUVERGNE,

Écrites dans un voyage fait en 1804;

PAR LACOSTE, de Plaisance, ex-professeur d'histoire naturelle à l'école centrale du département du Puy-de-Dôme; ex-professeur de morale à Toulouse; membre de la société littéraire de cette ville; associé correspondant de celle de Bordeaux; de la société d'agriculture, sciences et arts d'Agen, de Grenoble, de Montpellier; de la société médicale de Clermont-Ferrand; de la société phylotechnique et de l'académie celtique de Paris.

A CLERMONT,
DE L'IMPRIMERIE DE LANDRIOT.

AN XIII. — (1805.)

A MONSIEUR

DE LATOURRETTE,

PRÉFET du Département du Puy-de-Dôme, Membre de la Légion d'Honneur, Ex-Préfet du Département du Tarn, ancien Colonel;

ET A MESSIEURS

LES MEMBRES DU CONSEIL GÉNÉRAL.

MESSIEURS,

L'HOMMAGE *d'un Ouvrage qui intéresse le département est dû au Magistrat suprême*

a ij

général, si cette production mérite votre suffrage, auquel j'attache le plus grand prix : ce sera la plus douce récompense de mon travail.

LACOSTE, de Plaisance,

Ex-Professeur d'Histoire naturelle.

AVERTISSEMENT.

Il n'est point de pays, dont la géologie ne présente des difficultés : mais aucun peut-être n'est aussi difficile à connoître que l'Auvergne, sous les rapports géologiques. Plus vous l'étudiez, plus il semble qu'elle se plaise à s'envelopper d'un voile pour se cacher à vos regards. Les observations que vous faites paroissent quelquefois se contredire les unes les autres : plus vous les multipliez, plus vous vous trouvez embarrassé pour les unir toutes par un lien commun. Cependant il faut bien qu'elles s'enchaînent mutuellement, et qu'elles se rattachent toutes à un seul et même principe. Vous ne jetez sur l'Auvergne qu'un coup d'œil rapide et superficiel ; vous croyez la connoître : vous l'observez de nouveau ; vous la connoissez moins : si vous l'étudiez encore, le triste résultat de votre étude est que vous devenez plus méfiant de vos lumières, et que les doutes se multiplient. Il n'est point de naturaliste instruit, de bonne foi, non-prévenu en faveur d'aucun système, non-aveuglé par un sot amour-propre et un ridicule orgueil, qui ne rende hommage à la vérité de cette réflexion, s'il a visité plu-

sieurs fois ce pays si curieux sous tous les rapports. On embrasse, et on abandonne tour à tour une idée; après l'avoir rejétée, on y revient encore : ainsi, l'esprit demeure quelquefois long-temps incertain, et n'ose fixer son jugement : jaloux de l'asseoir sur une base solide, il pèse avec le plus grand soin les raisons pour et contre l'opinion qui d'abord lui paroît la plus vraisemblable : souvent ces raisons se balancent tellement, que son irrésolution, bien loin de cesser, s'accroît encore davantage. Dans mes Observations sur les volcans de l'Auvergne, j'avois émis quelques opinions qui me paroissoient vraisemblables, mais sur la vérité desquelles j'avois cependant des doutes que j'exposai dans cet ouvrage : le naturaliste doit proposer comme vrai ce qu'il regarde comme vrai; et proposer comme douteux ce qu'il regarde comme tel. L'amour seul de la vérité doit diriger toutes ses actions. Désireux d'éclaircir mes doutes, j'ai visité cette année les lieux qui les avoient fait naître : mes opinions ont été encore pleines de fluctuation : enfin il en est que j'ai abandonnées; et il en est d'autres dans lesquelles je me suis affermi. Des personnes accoutumées à prononcer hardiment sur tout, à décider de tout lestement avec un ton doctoral, se moqueront d'une pareille irrésolution:

j'attache trop peu d'importance à leur suffrage, pour que j'en sois jaloux. Les hommes les moins instruits sont ordinairement ceux qui ne savent douter de rien. On n'en impose qu'aux sots et aux ignorans, en se montrant hardi dans ses décisions.

Quoique placée au centre de la France, et remplie de richesses en histoire naturelle, l'Auvergne a été pendant long-temps un pays entièrement ignoré des naturalistes ; mais maintenant, grâces aux ouvrages des savans qui l'ont fait connoître, elle jouit de toute la célébrité qu'elle mérite. De tous les lieux de l'univers, ceux à qui l'étude de l'histoire naturelle est chère, reportent avec complaisance leurs regards vers ce beau pays, tant favorisé par la nature, et qui est un superbe et magnifique cabinet d'histoire naturelle. Tous leurs désirs tendent à venir le visiter : aucun obstacle ne les arrête ; ils ne calculent ni les distances, ni les fatigues, ni les dépenses des plus longs voyages ; dominés par la passion de s'instruire, ils ne se croient heureux qu'autant qu'ils ont visité l'Auvergne. Ah ! aucun pays peut-être dans l'univers n'est autant fait que celui-ci pour intéresser les naturalistes. Mais quelques talens qu'ils aient reçus de la nature, quelque grand que puisse être leur génie d'observation,

qu'ils ne se flattent pas de le connoître, parce qu'ils y auront fait quelques courses rapides : pour parvenir à le connoître, il faut l'observer et l'étudier long-temps.

En fructidor, vendémiaire et brumaire, derniers, (septembre, octobre et novembre 1804), j'ai parcouru de nouveau les montagnes de l'Auvergne ; dans mes courses j'ai écrit quelques lettres renfermant le résultat de mes Observations ; ce sont celles que je livre à l'impression. J'aurois voulu pouvoir les retoucher ; mais le temps ne me le permet pas. Je sens cependant, autant qu'un autre, combien les premières ébauches d'un ouvrage doivent être imparfaites, surtout quand il a été composé extraordinairement à la hâte, comme le mien. Il n'en est pas de celui qui écrit, en faisant des courses pénibles et pressées, comme de celui qui travaille à loisir dans son cabinet : celui-ci pouvant disposer du temps à son gré, peut s'occuper de la correction de son style ; limer ses phrases avec le plus grand soin ; leur donner la tournure la plus élégante ; ne laisser entrer dans leur construction que des mots harmonieux, sonores, qui fassent image ; les lier, les enchaîner toutes entre elles, pour qu'elles n'offrent aucune discordance dans leurs diverses parties, et qu'elles forment un tout bien ré-

gulier, bien symétrique. Mais le naturaliste qui écrit en voyageant, a-t-il le temps d'arrondir artistement ses périodes ; de compasser, de cadencer leur arrangement ? Pour lui la plume ne court, ne vole jamais assez vite sur le papier ; il la trouve toujours trop lente au gré de ses désirs ; il voudroit qu'elle eût la rapidité de la pensée. Pourvu que les mots qui les premiers se présentent à son esprit expriment son idée, la rendent d'une manière intelligible, cela lui suffit ; il est content ; il n'en cherche point d'autres : il est plus occupé des choses que des mots. Le temps ne lui permet pas toujours non plus de mettre de la connexion dans ses idées : ces liens qui pourroient les unir ensemble seroient quelquefois longs et difficiles à trouver ; et il ne veut point de ce qui peut entraver sa marche. Une idée s'offre à son esprit, il ne se demande pas si elle s'enchaîne comme il faut avec ce qu'il a écrit ; il l'interroge seulement pour savoir si elle est vraie : elle l'est ; il l'adopte. Puis il faut avouer qu'il n'est guère possible de lier entre elles toutes les parties d'un ouvrage qui se compose de milliers d'observations différentes : il faut avoir médité sur de pareilles difficultés, pour les sentir. Voilà pourquoi, en général, dans ces ouvrages, il y a beaucoup de notes. Mais on ne peut pas se permettre d'en

insérer dans des lettres : elles ne sont nullement dans le genre épistolaire.

Il faut encore avouer que quand on ne met pas une certaine continuité dans la composition d'un ouvrage, qu'on n'y travaille qu'à des momens éloignés les uns des autres, comme je fais dans mes courses, il n'est guère possible que les idées aient de la suite : l'esprit sans cesse distrait par de nouveaux objets, il ne seroit nullement étonnant qu'il n'en eût que d'incohérentes.

Dans mes Observations sur les volcans de l'Auvergne, j'ai traité quelques grandes questions qui ont rapport à ces volcans, telles que celles-ci : Y a-t-il eu des volcans en Auvergne ? Ont-ils été nombreux ? Comment se sont-ils allumés ? Quand ont-ils brûlé ? Combien de temps ont-ils brûlé ? Quels sont leurs produits ? Quelles ont été les directions de leurs coulées ? Les basaltes doivent-ils leur naissance aux volcans ou aux eaux ? Les formes régulières qu'ils affectent, sont-elles le résultat du retrait ; ou sont-elles l'effet d'une cristallisation réelle ? y a-t-il eu des volcans sous-marins en Auvergne ? Est-il à craindre que les volcans s'y rallument ? Aux réflexions que j'ai faites sur ces diverses questions, j'aurois pu, dans ces lettres, en ajouter d'autres que j'ai recueillies dans mes

dernières courses : mais j'ai cru devoir les renvoyer à la seconde édition que je me propose de donner de mes Observations.

On m'a critiqué très-amèrement de ce que, dans ce dernier ouvrage, j'avois exprimé ma reconnoissance pour les personnes, des procédés desquelles j'avois eu à me louer dans mes courses. Il ne seroit peut-être pas difficile de démêler les causes secrètes de ces censures injustes et virulentes ; mais il vaut mieux jeter un voile épais sur les motifs qui les ont produites. Quoi qu'il en soit, je ne veux pas m'exposer de nouveau à de pareils reproches : et quoique je ne saurois trop me montrer reconnoissant des procédés on ne peut plus honnêtes de certaines personnes, je tairai ces sentimens vifs et profonds de gratitude que j'aimerois cependant beaucoup à manifester. Je me contenterai de nommer celles qui ont bien voulu m'accompagner dans mes courses, sans ajouter à leurs noms le plus léger éloge, ni le plus petit témoignage de ma reconnoissance. On ne me fera peut-être pas un crime de consigner dans mes lettres des noms qu'il m'est doux de rappeler : d'autant plus qu'une pareille indication peut être très-utile aux naturalistes qui passeroient dans les endroits où demeurent ces personnes obligeantes, et qui puiseront chez

elles des renseignemens propres à diriger leur marche dans ce pays, et à leur faire connoître les choses curieuses qu'il peut y avoir.

On m'a censuré aussi avec aigreur de ce que, dans un ouvrage sur les volcans, j'avois inséré des notes étrangères aux volcans: comme si tous les auteurs ne se permettoient pas, dans des notes renvoyées à la fin de l'ouvrage, de parler de choses qui n'avoient nul rapport avec l'objet principal qui les occupoit; d'ailleurs, ces notes sollicitoient d'autant plus l'indulgence, qu'elles sont toutes, j'ose le dire, inspirées par l'amour vivement et profondément senti de son pays; que toutes ont un but utile. Dans mes courses, je ne m'attache pas seulement à m'instruire en histoire naturelle; je prends encore des renseignemens sur les diverses branches de l'agriculture; je note tous les abus de quelque nature qu'ils puissent être; je consigne dans mon journal tous les traits qui caractérisent les mœurs et qui peuvent servir à l'histoire des hommes. Dans mon ouvrage, j'avois cru pouvoir placer quelqu'une de ces notes: comme des personnes l'ont trouvé mauvais, je n'en inscrirai aucune dans ces lettres minéralogiques et géologiques: je n'y parlerai par conséquent que de minéralogie et de géologie. J'aime à éviter ce qui peut armer la

critique contre moi, fût-elle même déraisonnable.

Cet ouvrage, qui fait suite à mes Observations sur les volcans, est composé de XLV lettres: les VIII premières concernent les monts Dôme. Depuis la IXe. jusqu'à la XXIXe. je traite des monts d'Or. Dans toutes les autres, jusqu'à la pénultième, j'y décris le Cantal, et j'y compare les trois chaînes sous les rapports de leurs produits volcaniques, de leurs vallons, de leurs eaux, de la hauteur de leurs montagnes, etc. etc. Dans les deux dernières, je rapporte des accidens météorologiques que j'ai observés.

Beaucoup de choses dont je parle dans ces lettres, se trouvant étroitement liées à ce que j'ai dit dans mes Observations; désireux d'éviter des répétitions inutiles, il m'arrive très-souvent d'y renvoyer. Pour faciliter les recherches, en cas qu'on veuille en faire, je noterai toujours les pages.

LETTRES

LETTRES
MINÉRALOGIQUES
ET GÉOLOGIQUES
SUR LES VOLCANS
DE L'AUVERGNE.

LETTRE PREMIÈRE.

J'AI entrepris, Monsieur, de nouvelles courses minéralogiques et géologiques dans les montagnes volcaniques de l'Auvergne. Plus on les voit, plus on les admire; et plus elles vous offrent des sujets d'étude et de méditation. Leur mode de formation, leur nature, leur position relative, les accidens divers qu'elles offrent, tout en elles est fait pour intéresser vivement le naturaliste. Les choses si flatteuses et si encourageantes que vous avez bien voulu me dire concernant mes Observations sur les volcans de l'Auvergne, que j'ai fait imprimer au commencement de l'an 11 (1802), m'engagent à vous faire part des observations que je pourrai recueillir : heureux si elles méritent votre suffrage, auquel j'attache le plus grand prix! Les savans, tels que vous, aiment à encourager ceux à qui les sciences sont chères, et qui sont remplis de zèle pour s'instruire : ils ne sont sévères que

pour leurs propres ouvrages. Tout d'ailleurs sollicite votre indulgence : je ne puis jeter quelques idées sur le papier que le soir, lorsque je suis de retour de mes courses; et alors je suis toujours pressé par le temps, et excédé de fatigue. Vous jugez combien l'esprit doit être peu disposé, quand le corps est tout harrassé. Tous les jours je suis en course : je pars grand matin; et ne me retire que très-tard; voyageant seul et à pied, il faut porter de lourds fardeaux. Malheureusement encore, dans les montagnes, à moins d'être fort riche, vous ne pouvez vous procurer qu'une mauvaise nourriture; et votre couche est plutôt un lit de douleur qu'un lit de repos. Ainsi les forces physiques s'épuisent et ne se réparent pas : et le physique a la plus grande influence sur le moral! Cette triste et on ne peut plus pénible manière de voyager a toujours été la mienne.

Dans ces nouvelles courses que j'ai entreprises je me propose de reconnoître les emplacemens des cratères des anciens volcans : je veux aussi assigner aux diverses chaînes du Cantal, des monts d'Or, et des monts Dôme les produits qui sont propres à chacune, et comparer ces produits entre eux. Ce n'est donc pas la description des volcans en particulier que je veux vous faire; je ne les considère que dans leur ensemble, et seulement sous les rapports que je vous ai indiqués : la description des volcans en particulier, et des accidens divers qu'ils peuvent offrir, appartient à l'histoire naturelle de l'Auvergne; ouvrage pour lequel je rassemble des matériaux. Il est par conséquent inutile de dire ailleurs ce qui doit nécessairement être dit dans cet ouvrage : car je veux qu'il renferme la description détaillée de tout ce qui en Auvergne peut intéresser le naturaliste, non-seulement

en minéralogie, mais encore en botanique et en zoologie : je veux aussi qu'il renferme le tableau des mœurs des habitans des divers cantons de l'Auvergne, de leurs rapports physiques, de l'influence du climat sur leur organisation, de leurs dispositions pour les sciences, de leurs idiomes, de leur agriculture, des perfectionnemens dont elle est susceptible, etc. etc.

Jaloux de donner à mon ouvrage tout l'intérêt qu'il peut acquérir, je veux y esquisser l'histoire naturelle des départemens circonvoisins, qui par cela même qu'ils environnent l'Auvergne, doivent être comme liés avec elle par les nœuds les plus étroits. Les rapports en histoire naturelle qui peuvent exister entre ces divers pays, sont intéressans à connoître. L'explication de certains phénomènes qu'offre l'Auvergne, ne se trouve quelquefois que dans les contrées qui l'entourent. Les limites établies par les hommes entre les divers pays, ne sont pas les limites fixées par la nature : la nature elle-même se joue aussi quelquefois des bornes dans lesquelles elle paroît s'être circonscrite, et elle franchit ces barrières quand bon lui semble. Vouloir restreindre l'histoire naturelle de l'Auvergne à l'Auvergne seule, ce seroit donc faire une histoire naturelle imparfaite de cette intéressante et curieuse contrée, si favorisée de la nature sous tous les rapports. Aussi ce qui m'effraie particulièrement dans cet ouvrage, c'est son immensité : il me semble que la carrière que j'ai à parcourir s'agrandit, à chaque pas que j'y fais : le but vers lequel je tends me paroît s'éloigner d'autant plus, que je m'efforce de m'en approcher. Dans les commencemens que j'eus l'idée de travailler à cet ouvrage, je m'étois circonscrit dans un espace assez resserré ; et maintenant je le vois presque

sans bornes. Rien n'est plus décourageant qu'une pareille perspective. L'ouvrage que j'ai entrepris est peut-être au-dessus des forces d'un homme qui a à remplir d'autres devoirs qui absorbent presque tout son temps; qui commence à se ressentir du fardeau des ans; qui a dépassé son dixième lustre, et qui n'est pas favorisé de la fortune. Pour travailler à un pareil ouvrage, il faut nécessairement faire des courses multipliées : et ces courses exigent qu'on puisse disposer de son temps, et qu'on soit jeune et riche. Désirant que l'histoire naturelle de l'Auvergne ne se compose que des descriptions des localités, mon intention est d'en écarter tout ce qui tient à des vues générales : voilà pourquoi j'ai fait imprimer en l'an 11 (1802) mes Observations sur les volcans de l'Auvergne : ces observations n'étant que des aperçus sur les volcans de ce pays, considérés dans leur ensemble, ne pouvoient pas entrer dans le plan de l'histoire naturelle de l'Auvergne. Les observations dont je vous ferai part dans mes lettres, considérant aussi ces volcans d'une manière générale, ne pourroient pas non plus y trouver place. C'est pour cela que je ne m'y permettrai presque aucune description particulière, et que je ne m'appesantirai pas sur les détails, quels qu'ils puissent être, et que je ferai très-peu d'indications des noms des lieux dans lesquels j'aurai fait les observations dont je vous entretiendrai. Ces lettres étant remplies d'observations diverses, il me semble que rien n'eût été ennuyeux comme la nomenclature de tous ces noms de lieux. Une pareille nomenclature ne doit trouver place que dans l'histoire naturelle de l'Auvergne.

Vous savez que les volcans de l'Auvergne ne se sont pas allumés en même temps, et qu'ils sont distingués

en volcans anciens et en volcans modernes : (voyez mes Observations sur les volcans de l'Auvergne, pag. 89 et suiv.). Vous n'ignorez pas non plus qu'il est impossible d'élever le plus léger doute sur le lieu de l'emplacement des cratères des volcans modernes, puisqu'ils subsistent encore ; tandis que les naturalistes sont loin d'être d'accord sur le gissement des cratères des volcans anciens ; tant les traces qui en restent sont incertaines. (J'ai dit dans mes Observations à quoi tenoit cette différence étonnante entre les cratères des volcans modernes et ceux des volcans anciens : voyez pag. 149 et suiv.). Il m'a paru d'autant plus important de chercher à fixer le lieu de l'emplacement des cratères des volcans anciens, que ceux qui veulent que les basaltes soient le produit des eaux, imaginent que, parce qu'on ne peut pas déterminer le gissement de ces cratères, ils n'ont jamais existé : et de là ils tirent une induction en faveur de leur système neptunien. Je crois avoir démontré dans l'ouvrage cité la volcanisation des basaltes (voyez pag. 131 et suiv.) ; et il est à remarquer que la force des preuves sur lesquelles repose cette vérité seroit également invincible, quand bien même on ne pourroit pas indiquer les lieux où se sont allumés les volcans anciens, et où leurs cratères ont été formés.

Il m'a paru également intéressant, d'assigner à chaque chaîne les substances qui lui sont propres, et de les comparer entre elles, parce qu'on aime à connoître les produits qui sont particuliers à chaque chaîne, et les rapports qui existent entre eux. D'ailleurs je suis assez porté à croire, que si jamais nous parvenons à découvrir les véritables causes de l'inflammation des volcans, ce ne sera qu'en étudiant et en comparant beaucoup entre

elles les diverses substances qui leur doivent leur origine. On peut espérer de parvenir à la connoissance des causes, quand on connaît bien les effets qu'elles produisent. Nous bâtirons peut-être avec succès des théories des volcans, quand nous connoîtrons parfaitement leurs produits, et leurs diverses modifications. Dans mes Observations j'ai parlé des produits volcaniques de l'Auvergne (voyez pag. 115 et suiv.) : mais je n'ai pas dit à quelle chaîne ils appartenoient; je ne les ai pas non plus comparés entre eux. Voici la marche que je me propose de suivre dans la description de chaque chaîne: je parlerai de ses cratères; je ferai quelques réflexions sur les principaux accidens qu'elle offre; et je dirai quels sont ses produits volcaniques. Je comparerai entr'eux les produits volcaniques des trois chaînes, lorsque je parlerai de ceux de la dernière que je décrirai. Cette marche m'a paru simple et propre à remplir mon but.

La chaîne du Cantal ayant été volcanisée la première, et celle des monts Dôme la dernière, j'avois envie de commencer mes courses par la chaîne du Cantal, et de les terminer par celle des monts Dôme : j'eusse ainsi modelé ma marche sur celle de la volcanisation; j'aurois pour ainsi dire voyagé avec les agens volcaniques; je les aurois suivis pas à pas; et j'eusse été à même d'observer beaucoup mieux les différences des effets qu'ils ont produits dans les lieux par lesquels ils sont passés : les divers traits qui ont pu les caractériser, en se portant d'un endroit dans un autre, m'auroient échappé plus difficilement; je les aurois saisis plus sûrement : et rien n'est à négliger dans leur étude. Plus ils se montrent sous des formes variables, plus il faut être jaloux d'observer les plus légères nuances qui les distinguent : plus

leur marche paroît irrégulière et bizarre, plus il faut s'attacher sur leurs pas, se fixer sur leurs traces. Diverses circonstances particulières, dans le détail desquelles il est inutile d'entrer, m'ont empêché d'exécuter le projet que j'avois formé de régler ma marche sur celle de la volcanisation, et m'ont forcé à la suivre dans un ordre inverse.

Dans mes lettres, je vous entretiendrai souvent du système de M. Patrin : ce système est si séduisant, et explique d'une manière si satisfaisante certains phénomènes des volcans, qu'il entraîne, pour ainsi dire, votre assentiment : aussi compte-t-il déjà beaucoup d'admirateurs et de zélés partisans. Je me suis plu à lui rendre hommage dans mes Observations : (voyez pag. 37). Dans les applications que j'en fais aux divers accidens que m'offrent les volcans, il me présente des difficultés ; j'aimerai à vous les communiquer : je désirerois de les voir éclaircies, ainsi que celles que dans mes Observations j'ai déjà proposées contre ce système : (voyez pag. 37 et suiv.). Pour qu'un système mérite le suffrage des savans, et soit digne de fixer irrévocablement leur opinion, et d'être regardé comme le système de la nature, il faut qu'il contente pleinement la raison, et qu'on ne puisse par conséquent pas opposer contre lui des objections insolubles.

Me proposant dans mes lettres de vous parler des cratères et des produits des trois chaînes volcaniques de l'Auvergne, vous jugez que ces diverses montagnes ayant toutes le même mode de formation, devant offrir nécessairement quelquefois et même souvent des accidens semblables, je serai forcé de me répéter : mais ces répétitions tiennent essentiellement au plan de l'ouvrage ;

et on ne peut pas absolument les éviter, si on est jaloux de vous faire connoître ces chaînes. Pour obvier au moins en partie à cet inconvénient, je voulois réunir dans un même tableau tous les produits volcaniques des trois chaînes; et j'aurois dit à quelles chaînes appartenoient ces divers produits : mais j'ai imaginé que vous seriez peut-être bien aise que la description de chaque chaîne formât un tout, et offrît un ensemble de ce qu'elle peut présenter d'intéressant, pour pouvoir mieux saisir les rapports entre les objets, et embrasser tous ces objets plus aisément par la pensée, étant rassemblés dans un même cadre.

LETTRE II.

J'ai commencé, Monsieur, mes courses par les monts Dôme. Cette chaîne ne se compose que de volcans modernes : leurs cratères se montrent avec des traits qui ne permettent pas de les méconnoître. En général leur élévation plus ou moins grande au-dessus du sol sur lequel ils ont pris naissance; leurs formes arrondies ou elliptiques; l'excavation plus ou moins profonde et régulière qui existe dans leur centre; les substances minérales dont ils sont construits, qui sont plus ou moins poreuses ou scorifiées, ne peuvent laisser aucun doute sur le lieu de leur emplacement. Il est de ces cratères qui sont de la plus parfaite conservation, et qui vous étonnent par la beauté de leurs formes symétriques, comme celui de Pariou, de Jume, etc. Il en est, desquels vous croyez

voir jaillir encore la matière volcanique, comme à la Nugère, etc. On diroit qu'elle fait effort pour se soulever du fond des gouffres du volcan et se répandre au dehors.

La lave tantôt s'est épanchée par dessus les lèvres du cratère, et le laisse alors par conséquent entièrement intact; comme au puy de Pariou, etc. : tantôt elle s'est déversée par ses parties latérales, et y a formé une échancrure; comme au puy de Lochadière, etc. : tantôt elle s'est frayé un passage à la base même ; et dans cette partie par laquelle elle s'est répandue au dehors, le cratère est au niveau du sol sur lequel elle a coulé; comme aux puys de la Bannière, de la Vache, de las Solas, de l'Enfer, etc.

Presque tous les cratères dont se forme la chaîne du puy de Dôme offrent des accidens curieux : mais ce n'est pas ici le lieu de les décrire; leur description particulière appartient à l'histoire naturelle de l'Auvergne.

La grandeur de ces cratères varie beaucoup : il en est qui n'ont pas 200 toises de circonférence; d'autres en ont 1000 et 1200, et même davantage. Les plus grands que je connoisse sont ceux des puys de Chalar, de Tiolet, de la Bannière, de l'Enfer, etc.; celui-ci est peut-être le plus grand de tous.

La profondeur des cratères offre encore beaucoup de différences. Il en est qui sont beaucoup plus profonds que d'autres; les plus profonds sont ceux des puys de la Coquille, de Jume, de la Nugère, de Pariou, de Côme, de la Vache, etc. J'ai remarqué que la profondeur des cratères est loin quelquefois d'être en rapport avec leur grandeur.

Les formes des cratères sont ordinairement, comme

je l'ai déjà dit, arrondies ou elliptiques, comme à Jume, à Pariou, etc. : il en est qui sont très-irrégulières, comme à Coran, etc.

Il est des cratères parmi ceux qui ont donné naissance à des coulées, qui s'offrent encore tels qu'ils étoient lorsque les volcans ont cessé de brûler; comme celui de Pariou, etc. D'autres cratères ont souffert des altérations plus ou moins grandes; comme celui de la Bannière, etc. D'autres ne laissent plus apercevoir aucune trace de leur existence; comme celui de Graveneire. Le lieu de leur emplacement ne peut pas se méconnoître; mais leurs formes caractérisques ont entièrement disparu.

Les cratères sont ordinairement uniques; ce qui prouve qu'il n'y a eu communément qu'une seule éruption volcanique dans chaque puy; comme à Jume, à la Coquille, etc. Cependant quelquefois les cratères sont doubles : à côté d'un cratère s'en trouvera un autre dans le même puy; comme à Banson, à Barme, à Chalar, etc. Ces puys n'ont cependant pas donné naissance à deux coulées; je n'y en ai remarqué qu'une, ainsi qu'aux autres : mais la coulée qu'ils ont produite a été accompagnée ou précédée d'une simple éruption de gaz ou de scories.

Un accident singulier qu'offrent les monts Dôme, c'est que des cratères se sont formés dans le centre de cratères déjà existans; comme au puy de Dôme, à Pariou, à Chopine, etc. : de sorte que les parois de l'ancien cratère forment comme une espèce de bourrelet autour du nouveau cratère. Ordinairement les parois de l'ancien cratère n'existent que dans une partie du pourtour.

Le sol sur lequel se sont allumés les volcans des monts Dôme est granitique. (Voyez ce que j'ai dit des granits de l'Auvergne, dans mes Observations, pag. 174 et suiv. des notes). On trouve dans cette chaîne beaucoup de roches calcaires ; on y trouve aussi des roches tuffeuses volcaniques : mais toutes ces roches, que je pourrois appeler adventives, et qui sont le résultat des dépôts des eaux marines ou fluviatiles, reposent sur le granit : à des distances plus ou moins éloignées de ces roches, vous retrouverez le granit correspondant à leur base ; de sorte que la base sur laquelle ces roches reposent, ne peut qu'être granitique : aussi les excavations faites dans ces roches calcaires et tuffeuses par les mains des hommes ou de la nature, mettent à nu le granit. Les roches granitiques offrent entre elles les plus grandes différences dans leur texture, dans l'époque de leur formation : il en est qui sont schisteuses, et d'autres ne le sont pas : il en est qui paroissent être primitives, et d'autres secondaires ; je dis paroissent, parce que, comme je l'ai remarqué dans mes Observations, les caractères qui distinguent d'une manière bien précise ces deux espèces de granit, ne sont pas faciles à assigner : (voyez pag. 8 et suiv. des notes).

Dans diverses parties de la chaîne des monts Dôme il existe des coulées des volcans anciens, qui reposent également sur le granit, soit médiatement, soit immédiatement. Elles recouvrent des cimes de montagnes ; comme à Gergovia, à Charade, à Chanturgue, aux Côtes, à *Ségoutières*, à Châteaugay, etc.: (voyez mes Observations, pag. 151 et suiv.). Elles surmontent les sommités de certains pics, comme à Mont-Rognon, etc. : (voyez mes Observations, pag. 153 et suiv.). Elles rem-

plissent des vallées anciennes et des lits que s'y étoient formés des eaux fluviatiles, comme celui où couloit la rivière de la Monge; elles se sont répandues sur le sol qui forme le plateau des puys de Dôme. Parmi ces diverses coulées il en est qui n'offrent que des masses informes; d'autres se composent de prismes plus ou moins réguliers; comme celle qui s'est emparée du lit de la Monge. De cette coulée qui a été divisée par les eaux de cette rivière, obligée de s'y frayer un passage, il subsiste des fragmens on ne peut plus curieux par la régularité des prismes. Il est surtout un de ces fragmens à la gauche de cette rivière, non loin du village qui en porte le nom, qui mérite sous ce rapport de fixer les regards du naturaliste. La masse basaltique sur laquelle est construit le beau château de Riou, dont la position est si pittoresque, est aussi une section de cette coulée, et également bien intéressante à observer.

Toutes les coulées appartenant aux volcans anciens, existantes dans la chaîne des monts Dôme, sont parties des monts d'Or.

Les éruptions des volcans des monts Dôme se sont faites quelquefois sur ces coulées; comme à Côme, à Pariou, etc. etc. D'autres fois elles se sont opérées sur les roches granitiques; comme à Chana, à Montché, à la Bannière, etc. etc. Il est à remarquer que les coulées sur lesquelles se sont opérées les éruptions des volcans, reposent toutes immédiatement sur du granit, excepté une seule qui repose sur du calcaire pissasphaltisé; c'est celle du puy de Coran. (Voyez mes Observations, pag. 11 et suiv. des notes.)

Imaginant que peut-être il pouvoit exister quelques différences entre les volcans qui faisoient leurs éruptions

au-dessus des roches granitiques, et entre les volcans dont les éruptions s'opéroient au-dessus des coulées basaltiques, volcans que j'ai appelés volcans survolcaniques, j'ai observé avec la plus grande attention les produits auxquels ils donnoient naissance : je n'ai jamais remarqué qu'ils offrissent ni les uns ni les autres aucun accident particulier. La cause qui les a produits tous, est donc la même.

J'avois cru que les cratères de ces divers volcans avoient des caractères qui leur étoient propres ; de nouvelles observations m'ont appris le contraire : s'ils offrent quelquefois des différences entre eux, ce sont des accidens particuliers qui en sont cause ; elles ne tiennent point essentiellement à leur conformation. J'ai vu des cratères de ces divers volcans offrir les mêmes formes régulières et irrégulières.

Les couches qui se sont trouvées dans le voisinage de la bouche des volcans, sont quelquefois dans un état plus ou moins grand de bouleversement ; comme dans les environs de Graveneire, du puy de Chana, etc. : c'est le résultat de la secousse produite par l'éruption. Dans d'autres endroits les couches ne paroissent pas s'être ressenties de la commotion imprimée au sol ; comme à Montché, etc. Il est des volcans qui vous présentent un accident singulier ; c'est qu'une partie du sol sur lequel ils se sont allumés, est plus ou moins soulevée, bouleversée, et que l'autre partie ne paroît avoir reçu aucune secousse ; comme au puy de la Bannière et au puy de Banson : cet accident est surtout remarquable dans les environs de celui-ci. Le sol granitique dans lequel s'est allumé le volcan de Banson, est recouvert de basalte prismatique : dans certains endroits les prismes

sont soulevés et renversés; et dans d'autres endroits ils sont restés debout. Le puy de Banson est sur les confins de la chaîne, du côté de l'ouest. Sur la même ligne, en tendant vers le nord, sont trois autres volcans également très-curieux à observer, qui se sont allumés, un sur une coulée volcanique, et les deux autres sur des roches granitiques : ces volcans s'appellent le puy de Tracro, et les puys de Neuf-Fonts. M. Soti, receveur des droits de l'enregistrement, à Gel, M. Battu, fils, élève en médecine, et M. d'Aubusson de la Monge, m'ont accompagné dans les courses que j'ai faites dans ces cantons si intéressans pour le naturaliste.

Les coulées se dirigent indifféremment vers tous les points de l'horizon : la coulée de Mont-Jugé se dirige vers le nord; celle de Pourchari vers le sud-ouest; celle de Mont-Jou vers l'est; celle de Charmont vers le sud-sud-ouest; celle de la Rode vers le sud-ouest; celle de Vichatel vers le nord; celle de Mont-Cha vers le nord; celle de Pomme-Grasse vers l'ouest; celle du puy de l'Enfer vers le sud; celle de Lochadière vers l'ouest; celle de Côme vers l'ouest; celle de la Mai vers le sud; celle de Mercœur vers le nord-nord-ouest, etc. Il est facile de voir que les coulées n'ont aucune direction régulière et constante : elles ne pouvoient pas même en avoir : (voyez mes Observations, pag. 129 et suiv.). Il est à remarquer que je ne vous ai parlé que des directions que prennent les coulées au sortir du cratère; car il leur arrive, après s'être portées vers un point de l'horizon, de tendre vers un autre, comme celle de la Nugère, du puy de la Vache, etc.; et la cause de cet accident est facile à découvrir : la lave ayant été dans un état de fluidité a dû gagner les vallons; et vous savez qu'ils courent quelquefois vers des parties différentes de l'horizon.

Plusieurs coulées se sont emparées des lits que s'étoient creusés les eaux fluviatiles; on reconnoît en certains endroits les anfractuosités de leurs lits. La plupart de ces eaux y coulent même encore, parce qu'elles ont pu se frayer un passage sous les matières volcaniques. Aussi voit-on des eaux plus ou moins abondantes jaillir dans les parties des coulées qui leur offrent une libre issue au dehors, comme à Nonent, à Bessa, à St.-Genest, à Ceissat, à Mazayes, chez Pierre, etc. etc. : d'autres, plus embarrassées dans leur marche, ont été obligées de se frayer une route ailleurs.

Les espaces parcourus par les coulées offrent beaucoup de différences entre eux : il est des coulées qui ont environ 10000 mètres de longueur (2 lieues); d'autres 5000 mètres (1 lieue); d'autres ont à peine parcouru quelques mètres.

L'étendue en largeur de ces coulées varie également beaucoup : il en est qui ont 2500 mètres (une demi-lieue); d'autres un millier de mètres (500 toises); d'autres 60 mètres et moins encore.

LETTRE III.

J'ai dit, Monsieur, dans mes Observations (pag. 80 et suiv.), par quelle force la lave dont se composent les coulées est du fond des abîmes des volcans charriée au dehors. La puissance des substances gazeuzes en expansion, et de l'eau réduite en vapeurs, est incalculable; elle est capable par conséquent de produire un pareil effet, quelque

étonnant qu'il puisse être. Et véritablement rien n'est étonnant comme de voir des masses immenses de lave, soulevées jusques à des hauteurs considérables, donner naissance à des fleuves de matières embrasées. Il est à remarquer que le soulèvement de la lave est encore facilité par la raréfaction que produisent, dans l'intérieur du cratère, les substances aériformes plus ou moins embrasées qui s'échappent par la bouche du volcan. Il est évident que ces gaz doivent raréfier l'air contenu dans l'intérieur du cratère, et même à une certaine distance de son pourtour et de sa cime. Les fluides agissant et réagissant, comme vous savez, dans tous les sens; les substances gazeuses renfermées dans les excavations intérieures des volcans, exerçant en tous les sens une très-forte action sur toutes les parties de la lave; cette lave, forcée de céder à l'impulsion irrésistible qui lui est imprimée, doit nécessairement se porter là où elle trouve le moins de résistance : or c'est dans le cratère qu'elle en trouve le moins. C'est par là par conséquent qu'elle doit s'échapper : et le cratère étant rempli, elle doit nécessairement se déverser au dehors, parce que la même force qui l'a soulevée jusqu'à cette hauteur agissant toujours, et la résistance de l'air extérieur étant peu considérable, comme je l'ai dit, elle est forcée de s'épancher hors du cratère. Dans un siphon le fluide sur lequel il est appliqué monte, si vous y faites le vide. Ainsi s'explique d'une manière facile et satisfaisante un des phénomènes les plus étonnans de la nature.

M. Patrin pense que si la lave étoit produite dans des excavations intérieures, elle ne pourroit pas être soulevée du fond de ces abîmes, et donner naissance à des coulées : vous devez juger combien ces objections sont

peu

peu fondées. C'est dans son système au contraire qu'il paroît impossible que la lave nécessaire pour former une coulée soit soulevée comme elle doit l'être, parce que la quantité des substances gazeuses qui arrivent simultanément au foyer du volcan est trop peu considérable pour produire un pareil effet. La puissance d'action de ces substances gazeuses ne peut être que très-bornée : et il faut cependant une force d'action très-grande, pour soulever des masses aussi énormes. Il est certaines réflexions qu'il suffit d'indiquer, tant elles paroissent hors de tout doute.

Tous les cratères n'ont point donné naissance à des coulées : pas le plus léger vestige de coulée ne se laisse apercevoir dans tout le pourtour de certains cratères. Les volcans auxquels ils appartiennent, après l'explosion des laves poreuses et scorifiées dont les cratères ont été formés, n'ont point fait d'autre explosion. Il est à remarquer que ces cratères sans coulées, sont toujours dans le voisinage des volcans qui ont produit des coulées plus ou moins considérables.

Parmi les montagnes volcaniques dont se compose la chaîne des monts Dôme, il en est qui ont été produites par une explosion instantanée de matières volcaniques, qui retombant sur elles-mêmes ont rempli et comblé la bouche qui les avoit vomies; tels sont le puy de Dôme, le grand et le petit Sarconi, etc. etc. (Voyez dans mes Observations ce que j'ai dit de leur mode de formation; de la nature de la roche primitive qui leur a donné naissance, des accidens divers qu'ils offrent, des causes des nuances si variées de leurs couleurs, pag. 134 et suiv. des notes). Ce qui prouve que ces puys sont le produit de déjections volcaniques, et qu'ils n'ont pas brûlé

sur place, comme le pensent certains naturalistes, c'est que dans leurs environs il existe des roches granitiques, qui n'ont été nullement altérées par le feu. Elles se voient à l'est et au nord-nord-est du puy de Dôme; à l'est-l'est-nord de Sarconi, à 400 ou 600 mètres de l'un et de l'autre. Si ces puys eussent brûlé sur place, les roches environnantes se seroient ressenties de la déflagration. Et ce qui prouve que ces puys ont été produits par des explosions volcaniques, c'est que les roches granitiques intactes qui les environnent ont été soulevées. Mais la secousse qui leur a été imprimée n'a pas été assez forte pour les ébranler entièrement de dessus leur base, et les renverser. Convenez que le spectacle de masses aussi énormes, soulevées, et cependant debout encore, est un grand sujet de méditation pour le naturaliste physicien, et un spectacle bien imposant. Les substances minérales dont se composoient les couches supérieures du sol au-dessous duquel s'étoient allumés les foyers des volcans, sont quelquefois, comme au puy de Chopine, mêlées en grandes quantités avec les matières volcaniques. Il est de ces substances minérales qui n'ont pas été du tout altérées par les agens volcaniques, et qui conservent tous les traits caractéristiques des roches primitives : d'autres au contraire ont subi une altération plus ou moins grande. S'il est un puy curieux et intéressant sous les rapports géologiques, c'est celui de Chopine; sa description appartient à l'ouvrage de l'histoire naturelle de l'Auvergne. Les matières volcaniques de ce puy, et des puys de Sarconi, de Clierzou et de Dôme ont la plus grande analogie entre elles, et n'ont été en général que chauffées : elles n'ont pas été à l'état de fusion; ce sont de véritables thermantides d'Hauy. Je n'appelle matières

volcaniques que celles qui ont subi une altération plus ou moins grande de la part des agens des volcans. Je ne désigne par conséquent point sous ce nom les substances minérales qu'ils ont rejetées intactes. Il est à remarquer que ce n'est seulement pas au puy de Chopine, que l'on trouve des fragmens de roche primitive qui n'ont été nullement altérés par les feux volcaniques : on en trouve en beaucoup d'autres puys; comme à ceux de la Coquille, de Dôme, de Salomon, de Manson, de Montcha, etc. etc. On en trouve de roche de corne; mais ils sont ordinairement granitiques : et ces granits offrent les plus grandes différences entre eux. J'ai observé qu'en général ces fragmens avoient la plus grande analogie avec les roches primitives environnantes : ce qui porte à croire qu'ils pourroient avoir été détachés des roches préexistantes à l'inflammation des volcans. Il seroit possible cependant qu'ils fussent des productions des volcans, qu'ils fussent le résultat des combinaisons opérées par les agens volcaniques. Je me propose de donner ailleurs un plus grand développement à cette pensée. Quel que soit le mode de formation de ces fragmens de roches primitives, il est facile de concevoir comment ils peuvent être rejetés intacts par les volcans.

Tous les volcans qui ont été produits par des explosions, ne se composent pas de matières semblables à celles dont se forment les puys de Dôme, de Sarconi, etc. : il en est qui ne se composent que de scories, comme celui de Tracro, etc. etc.

La chaîne des monts Dôme se compose de 70 à 80 volcans, ou, pour mieux dire, de montagnes formées par les volcans : les nommer sans en donner la description,

seroit une chose inutile; et leur description n'entre pas dans le plan de ces lettres.

Tout annonce que tous ces volcans communiquent entre eux : il est impossible qu'ils aient eu chacun un foyer particulier : ils sont trop rapprochés les uns des autres. Un foyer de volcan doit nécessairement avoir une certaine sphère d'activité, une certaine étendue.

Ce qui fait que ces volcans se sont tant multipliés, c'est qu'ils n'ont pas eu de foyer principal. Le principe qui leur donne la vie n'a pas pu être fixé; il a été comme errant et vagabond dans la chaîne des monts Dôme : et peut-être est-ce parce qu'il étoit au moment de s'éteindre: peut-être faut-il à ce principe, pour qu'il se fixe, une plénitude, une surabondance de vie; et véritablement tout dit qu'afin qu'il s'établisse un foyer principal, il faut qu'il puisse exercer sur les matières environnantes qui peuvent lui servir d'aliment, une attraction assez forte pour qu'il les entraîne à lui et les empêche de se porter ailleurs. Sans cette attraction puissante, ces matières, incertaines dans leur marche, iront exciter ou former un foyer dans quelque autre endroit; foyer qui pour la même raison ne pourra également avoir qu'une existence passagère et instantanée. Ainsi les volcans dans un espace très-resserré se multiplieront sans nombre, jusqu'à ce que la cause qui les produit ne subsiste plus. Et vous jugez qu'alors ces volcans étant nombreux ne peuvent pas être considérables.

Les phénomènes des volcans sont en général difficiles à expliquer : mais il en est peu qui présentent autant de difficultés que la fixation de leur foyer. On ne conçoit pas comment les matières qui l'alimentent,

quelles qu'elles soient, peuvent être comme enchaînées dans le même lieu. Quelle est cette force qui les y retient et qui les empêche de se porter ailleurs? Je ne crois pas que la nature des roches influe en rien sur la fixation d'un foyer de volcan : j'ai examiné avec la plus grande attention les roches dans lesquelles des foyers de volcans s'étoient formés, et les roches dans lesquelles leurs foyers n'avoient pu prendre aucune espèce de fixité : elles m'ont paru être de la même nature et n'offrir aucune différence entre elles. On diroit que l'existence durable des volcans tient à l'existence d'un centre d'action, et qu'ils cessent bientôt d'être, quand ils n'ont plus ce centre d'action.

Les volcans des monts Dôme sont les derniers qui aient brûlé en Auvergne : vous conclurez sans doute de ce fait que les eaux de la mer, en abandonnant ce pays, se sont retirées vers le nord-ouest, se sont portées par conséquent vers l'Océan. La marche des volcans a dû se modeler sur la marche des eaux de la mer. Il est à remarquer qu'en se dirigeant vers le nord-ouest, on ne trouve plus de traces de volcans, ce qui induit à croire que les eaux de la mer se sont retirées précipitamment. Si leur marche eût été lente, tout dit que des volcans se seroient allumés dans tous les lieux qu'elles auroient successivement abandonnés : ainsi les volcans formeroient comme une chaîne jusqu'à l'Océan. Il est peu de pays où l'on puisse puiser d'aussi grandes leçons en géologie qu'en Auvergne. Il en est une autre bien importante que nous donnent les volcans des monts Dôme ; c'est que les eaux de la mer ne doivent pas avoir fait dans ce pays un séjour bien long : il est à présumer que si elles y eussent séjourné long-temps,

les volcans des monts Dôme eussent été plus considérables. D'autres preuves viennent au secours de celle-là ; mais ce n'est pas le lieu d'entrer sur cet objet dans aucun détail. (Voyez mes Observations, pag. 112 et suiv.).

Les volcans modernes se sont allumés du sud au nord : dans cette direction de l'horizon ils ont une étendue d'environ douze lieues : leur étendue de l'est à l'ouest est un peu moins considérable ; elle n'est guère que de six à sept lieues. Dans les parties centrales de la chaîne, ils sont bien plus nombreux que dans les parties latérales. Il est à remarquer que, soit dans les parties latérales, soit dans les parties centrales, il paroît régner entr'eux un certain arrangement symétrique. Leurs cratères paroissent tout d'abord comme jetés pour ainsi dire au hasard sur le sol : mais quand on les examine attentivement et dans quelques positions particulières, on n'est pas long-temps à s'apercevoir qu'il existe entre eux une espèce de correspondance régulière : et on diroit qu'ils ont été produits dans la direction de lignes parallèles entre elles, et toujours tendant du sud au nord. Une tendance si constante ne peut pas être un effet fortuit ; elle doit être le résultat de quelque cause particulière. Ce n'est pas ici le lieu de rechercher à quoi peut tenir un pareil accident, digne de toutes les méditations du naturaliste géologue : je me propose de le faire dans un autre ouvrage. Rien dans l'univers n'arrive au hasard ; et les choses qui semblent le plus dépendantes de son empire, se rattachent aux lois immuables de la nature, d'après lesquelles tout se dirige de la manière la plus admirable. La marche de la nature, qui est infiniment sage et prévoyante, n'est point bizarre et capricieuse.

Une autre observation à faire, c'est que les volcans modernes ne se sont pas allumés au delà des coulées basaltiques; que le plus grand nombre des volcans s'est allumé sur les coulées basaltiques; que le plus grand nombre des explosions volcaniques qui ont donné naissance à des lacs, s'est fait sur les coulées basaltiques. J'ai bien peine à croire que tous ces accidens soient l'effet d'un pur hasard, et ne tiennent pas à quelque cause. Il est des coulées basaltiques qui occupent une petite étendue de terrein en largeur, et qui sont environnées de tous les côtés de roches granitiques, jusqu'à des distances éloignées : des explosions volcaniques multipliées se sont faites dans ces lieux; il étoit vraisemblable qu'elles se seroient faites dans le granit : l'espace où le granit est à nu, est bien plus considérable que l'espace qu'occupent les coulées basaltiques : cependant c'est sur ces coulées que les explosions se sont opérées. On diroit qu'entre les substances qui servent d'alimens aux volcans, et qui produisent leurs explosions, et entre les matières dont se composent les coulées, matières que les volcans ont vomies, il règne une grande attraction, qui ne peut pas même être détruite par les intervalles qui les séparent, et qui tend sans cesse à les mettre en contact les unes les autres.

L'Allier, qui coule du sud au nord, paroît être pour l'Auvergne comme une ligne de démarcation entre le sol volcanique, et le sol qui ne l'est pas : les volcans s'y sont allumés presque tous en deçà de sa rive gauche : ceux qui se sont allumés sur la rive droite sont rares.

Tous les volcans des monts Dôme sont évidemment non-sous-marins, puisque leurs coulées se sont répandues dans les vallées les plus basses creusées par les

eaux fluviatiles; et qui n'ont pu être creusées par ces eaux fluviatiles que depuis la retraite des eaux de la mer : (voyez mes Observations, pag. 188 et suiv.). D'ailleurs les laves scorifiées, répandues dans certains endroits en grande quantité, ainsi que la nature entièrement poreuse de certaines coulées, ne peuvent laisser là-dessus aucun doute. Ces volcans offrent contre le système de M. Patrin une difficulté qui n'est pas aisée à résoudre. Dans ce système la formation des laves est instantanée; et il est impossible que les volcans s'allument loin des bords de la mer, puisqu'elle est un des principaux agens de la circulation des fluides qui les produisent, et qu'elle-même donne d'ailleurs par sa décomposition naissance à quelques-uns. Comment donc expliquer dans ce système l'existence de volcans qui se sont allumés loin des bords de la mer? Qu'on ne dise pas que la mer existoit dans quelque pays circonvoisin : il suffit de jeter un coup d'œil sur la topographie de l'Auvergne, et des contrées environnantes, pour se convaincre que lorsque la mer avoit abandonné les monts Dôme et les plaines de la Limagne, elle devoit être à de grandes distances de ce pays. Pour moi, je crois bien, ainsi que M. Patrin, qu'en général les volcans ne s'allument que sur les bords de la mer : je crois par conséquent que les volcans qui ont vomi les coulées des monts Dôme étoient formés lorsque les eaux de la mer couvroient ce pays : les laves dont se sont composées ces coulées furent alors élaborées; mais diverses circonstances les enchaînèrent dans les entrailles de la terre, jusqu'au moment de leur explosion. Le système de M. Patrin excluant l'existence des cavités souterraines, la supposition que les laves y aient été contenues, depuis le départ des eaux de la

mer jusques à l'instant de leur éruption, ne peut pas être admise : et cependant, sans une pareille supposition, il me paroît bien difficile d'expliquer le mode de formation des laves dont se sont composées ces coulées.

LETTRE IV.

Dans la chaîne des monts Dôme, Monsieur, il s'est formé plusieurs lacs dont les uns sont encore remplis d'eau ; d'autres ont été desséchés par les hommes, ou ont tari naturellement. Leur mode de formation n'est pas le même : il en est qui doivent leur naissance à des coulées de lave : ces coulées ont élevé des digues qui ont arrêté les eaux fluviatiles dans leur cours, et les ont retenues dans leur lit. D'autres ont été produits par des explosions volcaniques qui ont pu être ou n'être pas accompagnées de déjections de scories ; mais qui jamais n'ont été accompagnées de coulée de lave. Tous les lacs existans dans la chaîne des monts Dôme doivent leur origine à l'une de ces causes. On ne peut pas les regarder comme de véritables bouches de volcans : dans leur pourtour il n'existe aucun vestige de cratère ; et celui de tous les volcans modernes subsiste, au moins en partie. Il est à remarquer qu'aucun cratère de volcan moderne n'est converti en lac ; et la raison de cet accident est facile à découvrir : les cratères se composent de scories et de laves poreuses mal cimentées entre elles : vous sentez par conséquent combien elles doivent donner aisément passage aux eaux, et qu'il est impossible qu'elles s'amon-

cèlent et forment des lacs. On ne peut pas les regarder non plus comme produits par un affaissement du sol, dans des excavations creusées par des courans d'eau dans l'intérieur de la terre : rien ne fait soupçonner un pareil mode de formation; tout au contraire dépose contre lui. En général tous les lacs qui n'ont pas été formés par des coulées ont des formes arrondies ou elliptiques : ces formes s'expliquent aisément, en admettant qu'ils doivent leur origine à des explosions volcaniques; elles sont inexplicables dans le système des courans d'eau. Comment d'ailleurs concevoir dans ce système qu'ils n'existent que dans le sol volcanique? Dans d'autres parties du globe il peut y avoir des lacs, qui doivent leur naissance à cette cause; mais ce ne sont assurément pas les lacs des monts Dôme. Il est facile de voir que l'écroulement du sol supérieur dans les excavations souterraines, produit par les explosions, doit donner naissance à des creux plus ou moins considérables, et par conséquent à des lacs, lorsque le sol qui s'écroule est de nature à empêcher l'infiltration des eaux : et c'est ce qui arrive dans ces explosions. Ce sol n'est nullement altéré par les agens volcaniques : ébranlé dans ses fondemens par les explosions, il s'affaise dans les excavations souterraines, et conserve toute sa compacité et toute son imperméabilité aux eaux. Ces explosions se font à des distances plus ou moins grandes du foyer du volcan; et elles ont lieu ordinairement après les déjections des coulées lorsque le cratère se trouve engorgé de lave. Elles pourroient cependant avoir lieu, même lorsque le cratère est ouvert, parce que des accidens particuliers pourroient déterminer, à des distances plus ou moins grandes du cratère, des explosions des substances aériformes

contenues dans les abîmes des volcans. Mais en général c'est par le cratère qu'elles tendent à s'échapper lorsqu'il est ouvert. Dans les lieux par conséquent où se font les explosions il n'existe point de foyer volcanique : le sol dont l'écroulement est produit par ces explosions ne peut donc subir aucune espèce d'altération. De pareilles explosions ne peuvent donc être suivies d'aucune coulée. Aussi il est à remarquer que des excavations où se sont formés des lacs vous ne voyez jamais sortir des coulées. Mais les explosions peuvent être accompagnées de déjections de scories qui étant légères peuvent être aisément entraînées par les substances aériformes, lorsqu'elles s'échappent avec violence par l'ouverture qu'elles ont pratiquée dans les parties supérieures du sol. Ces scories peuvent être retombées dans le volcan lors de ses déjections, comme je l'ai remarqué dans mes Observations; ou elles peuvent s'être formées dans son intérieur depuis que le cratère a été fermé, en supposant que les explosions n'aient eu lieu qu'après qu'il a été engorgé par la lave. Il est facile de voir que les explosions peuvent n'être accompagnées d'aucune déjection de scories.

De tous les lacs existans dans la chaîne des monts Dôme, il n'en est pas de plus curieux, de plus intéressant à observer pour le géologue que le lac de Thazana, qu'on appelle le gour de Thazana. Il s'est ouvert dans un granit secondaire : dans tout son pourtour on n'aperçoit que cette roche. Les couches dont elle se compose y sont dans un état de bouleversement. Dans les environs du lac et sur ses bords on trouve de grandes quantités de scories et de pouzolane; de sorte qu'il est impossible de douter qu'il n'ait été produit par une explosion volcanique. Il est à remarquer que le volcan qui

lui a donné naissance n'a pas vomi de coulée. Sa forme est elliptique; il peut avoir quinze cents toises de circonférence: sa profondeur paroît peu considérable; je présume qu'elle peut être de trente à quarante pieds.

M. de Montlauzier, dont les opinions sur les volcans de l'Auvergne sont si saines, si justes, parle du gour de Thazana. D'après ce célèbre observateur, le sol qui remplissoit l'excavation dans laquelle a été formé le lac, auroit été broyé, reduit à l'état pulvérulent par la force volcanique, rejeté sur les parties latérales; et l'abîme du volcan eût été mis à nu. J'avoue que je ne conçois pas dans cette opinion le mode de formation de ce lac : si l'abîme eût resté ouvert, les eaux qui s'y seroient englouties n'auroient jamais constitué un lac. La partie de l'abîme qui auroit été découverte devant être en communication avec d'autres excavations souterraines, les eaux s'y seroient introduites, et se seroient perdues dans les entrailles de la terre. Tout annonce que le sol où se sont allumés des volcans, est sillonné dans l'intérieur par des canaux divers creusés par les agens volcaniques, s'étendant plus ou moins loin suivant la sphère d'activité de leur foyer. Ce qui a pu faire croire aussi que l'abîme du volcan avoit été mis comme à nu lors de la formation du lac, c'est qu'on a regardé sa profondeur comme immense, comme incommensurable; mais on sait maintenant qu'elle est bien loin de l'être. D'ailleurs on ne voit nulle part dans le pourtour du lac, comme le pense M. de Montlauzier, des déjections pulvérulentes; on ne voit point de ces matières qui aient plus ou moins de ressemblance avec celles dont se composent les puys de Sarcoui, de Dôme, etc., qui ont été plus ou moins altérées par les agens volcaniques, sans avoir

éprouvé l'état de fusion. A part les scories on ne voit, dans toute l'enceinte du lac, que des blocs intacts de roche granitique.

Ce qui prouve encore que le gour de Thazana a été produit par un affaissement du sol supérieur, affaissement produit par une explosion volcanique, c'est une montagne entièrement granitique existante non loin du lac, qu'on appelle le puy de Saint-Bonnet. Sur la cime de cette montagne, dont la base a à peu près la grandeur et la forme du lac de Thazana, est une excavation arrondie qui ressemble à un petit cratère; accident qui lui a fait donner le nom de puy. Il est à remarquer que le nom de puy n'est donné en Auvergne qu'aux montagnes volcaniques, qui assez ordinairement ont des cratères. Cette montagne granitique est la seule de cette nature qui porte ce nom : on diroit que ceux qui le lui ont imposé, étoient instruits qu'elle étoit une production volcanique; elle l'est réellement. Les couches dont elle se forme ont été soulevées par une explosion souterraine, mais qui n'a pas eu assez de force pour l'ébranler entièrement de dessus sa base et la renverser. Que cette explosion eût eu quelques degrés de force de plus, les couches granitiques se seroient écroulées dans les entrailles de la terre; et un lac pareil à celui de Thazana existeroit maintenant à la place de cette montagne. Ainsi vous voyez comment en rapprochant les objets ils s'éclairent pour ainsi dire mutuellement. Convenez que le mode étonnant de formation de cette montagne, qui dans toutes ses parties est écrit en caractères ineffaçables, ne laisse aucun doute sur le mode de formation du lac de Thazana. Cette roche si curieuse par la manière dont elle a été construite, est une source d'instruction.

Il est dans la chaîne des monts Dôme d'autres roches granitiques, qui ont été soulevées par des explosions volcaniques; mais aucune ne présente des accidens aussi intéressans que celle-là. J'avoue qu'elle a été long-temps le sujet de mes méditations : les couches soulevées dont elle se compose annoncent aux yeux les moins clairvoyans qu'elle doit son origine à quelque explosion souterraine. Une autre observation importante, c'est que les couches qui environnent cette montagne sont horizontales. L'excavation en forme de cratère, qu'on aperçoit sur sa cime, provient de l'affaissement des parties centrales de la roche.

Mais comment peuvent être produites des explosions capables de soulever des masses aussi énormes? Je l'ai déjà dit: par l'expansion des substances aériformes renfermées dans les abîmes des volcans. Leur force est incalculable : l'eau réduite en vapeurs doit sans doute concourir également avec elles; et sa force d'action est prodigieuse. Non loin du gour de Thazana a brûlé un volcan très-considérable, qu'on appelle Chalar. Je ne donne ici aucune extension à ces idées, parce que dans mes Observations je leur ai donné le développement dont elles pouvoient être susceptibles: (voyez p. 80 et suiv.).

Non loin du lac Pavin est un endroit que l'on appelle le creux de Souci qui est on ne peut plus curieux à observer; c'est une excavation d'une profondeur de 50 à 60 pieds, d'une forme un peu arrondie, et dont la circonférence est très-petite : car elle peut avoir tout au plus 5 à 6 toises. Cette singulière excavation, étonnante sous tous les rapports, n'a pu être formée que par l'explosion de substances aériformes.

Mais comment concevoir qu'une montagne produite

par une explosion souterraine demeure pour ainsi dire debout; qu'ayant été ébranlée de dessus ses fondemens, elle ne s'écroule pas avec fracas dans les entrailles de la terre ? Les couches se sont sans doute arcboutées les unes les autres; elles se sont servies mutuellement d'appui : (voyez mes Observations p. 180 et suiv. des notes, où j'ai répondu à une pareille objection). D'ailleurs quand bien même nous ne pourrions pas expliquer le fait, il suffit qu'il existe, pour qu'il faille le croire.

Le mode d'existence de tous ces lacs me paroît offrir de grandes difficultés dans le système de M. Patrin : on ne conçoit pas comment auroit pu se former par exemple celui de Thazana, qui a été entièrement creusé dans le granit. Ce lac suppose nécessairement le soulèvement avec effort des couches granitiques correspondantes à la surface du lac, puisque les couches adjacentes se sont elles-mêmes ressenties de cet effort; ce qu'annonce d'une manière frappante leur état de bouleversement. Or, dans ce système, je ne vois pas quelle est la cause qui auroit pu produire ce soulèvement et ce bouleversement : les fluides gazeux qui circulent dans les scissures des roches schisteuses, sont incapables de produire un pareil effet; leur marche est trop paisible, et elles ne se trouvent pas réunies simultanément en assez grande quantité. A travers les scissures des couches schisteuses, scissures qui ne laissent entre elles que de petits intervalles, il ne peut s'insinuer que de petites quantités de fluides gazeux : ces fluides se remplacent successivement les uns les autres. Ceux qui les premiers se sont introduits dans les scissures, repoussent ceux qui leur succèdent jusques à ce qu'ils aient pu leur abandonner les espaces qu'ils occupent. Ils sont par conséquent incapables de

produire aucun grand effort : pour que des masses aussi énormes que celles qui correspondoient seulement à la surface du lac soient ébranlées sur leurs fondemens, il faut que les substances gazeuses soient fortement comprimées, parce que leur force d'action se compose particulièrement de cet état de compression. Elle est, cette force d'action, en rapport avec leur ressort, qui lui-même est en raison de la compression. Il faut encore que ces substances gazeuses soient en grandes quantités : leur force se compose également de leurs masses. Plusieurs efforts réunis sont capables de produire de plus grands effets que des efforts isolés.

Le lac de Thazana suppose encore, comme je l'ai déjà dit, l'écroulement des parties supérieures du sol correspondantes à la surface du lac : cet écroulement suppose nécessairement une excavation déjà existante. Cette excavation ne peut avoir été creusée que par les agens volcaniques : or dans le système de M. Patrin, il n'existe ni ne peut exister des cavités souterraines. Les fluides gazeux introduits dans les scissures des schistes, s'échappent par les scissures plus ou moins verticales qu'ils rencontrent. Si les roches sont au-dessus du niveau de la mer, ils se combinent non-seulement entre eux, mais encore avec l'oxigène; si au contraire les roches sont sous-marines, ils se combinent uniquement entre eux. Il est par conséquent évident qu'il ne se produit, ni ne peut se produire aucune excavation : aucun écroulement du sol supérieur, produit par les agens volcaniques, ne pourroit donc avoir lieu dans ce système. Le mode de formation du lac de Thazana seroit donc alors inexplicable. . . . .

LETTRE

LETTRE V.

Plus je médite, Monsieur, sur les phénomènes qui accompagnent les volcans, plus je demeure convaincu qu'il doit exister nécessairement dans les entrailles de la terre des excavations creusées par eux : mais je suis bien loin de croire que ces excavations sont immenses, comme on l'imagine communément. Si elles l'étoient, le sol supérieur, en s'y écroulant, laisseroit à nu un abîme; et la formation d'un lac deviendroit alors impossible. Les déjections des volcans ne se forment donc pas seulement aux dépens du sol dans lequel ils brûlent : les eaux et les substances gazeuses qui affluent en quantités plus ou moins grandes dans leurs foyers, doivent nécessairement concourir pour beaucoup à la production des laves. Ces excavations étant peu considérables, le sol où brûlent des volcans n'éprouvera donc aucun écroulement, à moins que des explosions de substances gazeuses ne viennent à avoir lieu. Pour le sol dans lequel des volcans se sont allumés, mais dans lequel ils se sont éteints, il me paroît avoir dû accroître sa solidité par la volcanisation : (voyez mes Observations, pag. 84 et suiv.). Ainsi quoique les déjections des volcans de l'Auvergne soient immenses, il ne faut pas conclure que les excavations existantes dans le sein de la terre, creusées par eux, soient immenses.

Ce sont les eaux de la mer surtout qui paroissent devoir concourir pour beaucoup à la production des laves;

ce sont elles qui paroissent devoir fournir la plus grande partie des matériaux dont elles se composent, et qui par les modifications particulières qu'elles reçoivent des agens volcaniques, donnent naissance à différentes substances minérales : et ces modifications sont d'autant plus faciles à opérer, que les eaux sont fluides. Les travaux des agens volcaniques sur des substances minérales solides seroient plus difficiles, et par conséquent plus longs ; parce que ces substances minérales solides se prêteroient moins aisément à leurs efforts. Tout annonce que les volcans font une très-grande consommation d'eau : aussi ce n'est que sur les bords des mers qu'ils peuvent vivre, parce qu'ils ont là à leur disposition toute celle qui peut leur être nécessaire. Et je ne doute nullement que la cause pour laquelle des courans de l'Océan se jettent sans cesse dans la mer Méditerranée, c'est que l'Etna, le Vésuve, et les volcans des îles Eoliennes, etc., consomment des quantités immenses d'eau de la mer Méditerranée ; et qu'il faut par conséquent, pour que le niveau s'établisse entre les mers qui communiquent entre elles, que les eaux de l'Océan affluent sans cesse dans la Méditerranée, pour rétablir l'équilibre qui a été rompu. Éteignez les volcans divers qui brûlent dans la Méditerranée ; et les courans de l'Océan dans cette dernière mer n'ont plus lieu. Des physiciens croient que ces courans ne sont produits que parce que la quantité d'eau qui s'évapore est plus grande que celle qui est reçue des fleuves : il peut se faire que cette raison doit être comptée pour quelque chose ; mais ce n'est assurément pas elle qui exerce la plus grande influence sur ce phénomène.

On a remarqué que ces courans étoient profonds : la

raison de cet accident est facile à expliquer ; ce sont les parties inférieures de la Méditerranée qui abreuvent, alimentent les volcans. C'est donc dans ces parties inférieures, que l'équilibre est particulièrement rompu : c'est donc dans ces parties-là qu'il doit être surtout rétabli. Les courans de l'Océan qui sont chargés de remettre tout en mesure doivent donc être inférieurs. Ainsi tout s'enchaîne dans la nature, et tout y est admirablement coordonné. Ainsi on pourroit, pour ainsi dire, calculer les quantités d'eau employées à la nutrition des volcans de la Méditerranée. On sait quelles sont celles qu'elle perd par l'évaporation ; on connoît celles que les divers fleuves qui s'y jettent y apportent en tribut ; on peut mesurer celle que l'Océan y verse : ainsi cette opération arithmétique est on ne peut plus facile. L'excédant de la quantité d'eau fournie par les fleuves et l'Océan, l'excédant, dis-je, sur la quantité évaporée sera précisément celle qu'engloutissent et dévorent les volcans.

Les diverses réflexions que je viens de vous faire m'engagent à croire qu'il doit y avoir dans la Méditerranée autant de courans particuliers, qu'il y a de volcans qui brûlent ; et que ces courans doivent être d'autant plus considérables, que les volcans auxquels ils aboutissent sont plus considérables eux-mêmes. Ce que je dis de la Méditerranée, je le dis également des autres mers : je suis convaincu que chaque volcan qui brûle sur leurs bords, a son courant particulier ; on pourroit par conséquent, par le nombre des courans, déterminer le nombre des volcans, comme par la direction de ces courans on pourroit déterminer les lieux où des volcans brûlent. Peut-être encore avec leur secours on pourroit

découvrir des terres jusqu'ici inconnues, si des volcans y sont allumés.

Mais si les volcans seuls de la Méditerranée absorbent des quantités immenses d'eau, combien par conséquent doivent être immenses les quantités d'eau consommées par tous les volcans qui brûlent dans les différentes parties de ce vaste univers ! La masse d'eau doit donc progressivement diminuer considérablement dans toute l'étendue du globe : viendra donc un temps où il n'en existera plus. Ces inductions me paroissent bien loin d'être vraies : pour qu'elles le fussent, il faudroit que ces eaux que dévorent les volcans ne se réparassent pas. Mais j'avoue que j'ai une trop grande idée de l'infinie prévoyance et de l'infinie puissance de l'Être coordonnateur de toutes choses, pour croire que ces eaux ne se réparent pas. Il règne une harmonie si admirable entre les diverses parties de cet univers, que toutes de concert se balancent, s'aident, s'entretiennent mutuellement. Dans cette étonnante et incompréhensible charpente du globe, tout est prévu, tout est calculé : rien n'arrive au hasard; et toutes les précautions ont été prises non-seulement pour la conservation du tout, mais encore pour la conservation des différentes parties dont le tout se compose. L'Être qui a allumé les volcans, ne leur a donné l'existence que parce qu'ils étoient nécessaires à l'économie de cet univers : il n'ignoroit pas qu'il falloit pour leur aliment des quantités immenses d'eau; il a dû par conséquent pourvoir à ce que ces eaux se réparassent, parce que les eaux sont également essentielles à l'économie de cet univers : le monde ne peut pas subsister sans elles. Quels sont les moyens que cette pro-

vidence éternelle met en œuvre pour les reproduire ? Plusieurs : ce n'est pas ici le lieu d'entrer dans ces détails. Toutes ces alarmes qu'on voudroit nous inspirer sont donc mal fondées : libres de toute inquiétude sur le sort futur de ce globe, nous pouvons nous reposer sans crainte sur le bras qui l'a formé et qui le soutient. Des milliers de volcans brûlent ; et la masse d'eau est toujours la même : il n'en resteroit plus depuis long-temps un seul atome, si l'univers étoit gouverné par les systèmes des hommes. Cependant les vastes bassins des mers sont toujours également remplis : les fleuves roulent les mêmes quantités d'eaux. S'il existe des différences, elles ne sont qu'accidentelles, et elles tiennent à des causes fortuites. Des amas d'eau plus considérables peuvent tomber dans un temps ; les eaux peuvent abandonner un terrein et en aller submerger un autre : mais encore une fois ce ne sont que des accidens particuliers, qui ne troublent en rien l'ordre admirable de cet univers.

Mais comment les eaux peuvent-elles être changées en substances minérales solides ? C'est par le jeu des affinités, que ces changemens sont produits, et que les êtres prennent tant de formes différentes, qu'ils s'y montrent tour à tour sous les formes des substances solides, fluides et gazeuses. Ne sussions-nous pas le mode dans lequel s'opèrent ces changemens, ils ne peuvent pas être révoqués en doute, parce que la nature nous en offre à chaque instant des exemples. Dans les vases soumis à l'action du feu, dans lesquels l'eau se trouve mêlée avec des substances animales et végétales, l'eau se combine bien avec elles. Toutes les substances minérales neptuniennes renferment des quantités plus ou moins considérables

d'eau combinée avec leurs autres élémens. Les combinaisons de l'eau avec les substances minérales volcaniques sont encore plus faciles à faire pour la nature : et les combinaisons de l'eau avec les laves doivent donner naissance à des matières d'autant plus abondantes, qu'elle se combine non-seulement en nature avec les laves, mais que les élémens dont elle se compose, se combinent aussi avec les laves. Ainsi il me semble voir les courans d'eau qui affluent dans les foyers de volcans, se métamorphoser par un prestige soudain en des courans de lave, qui sont vomis ensuite au dehors. Mais pour que cette transformation s'opère, tout dit qu'il est nécessaire que des substances terreuses solides, ou tenues en dissolution par quelque menstrue, se mêlent avec ces eaux : et c'est encore une des raisons pour croire qu'il doit exister des excavations souterraines dans les volcans; excavations qui ne seront cependant jamais, comme je l'ai déjà remarqué, aussi considérables qu'on l'imagine, puisque les roches gissantes dans les entrailles de la terre sont bien loin de fournir elles seules les matériaux dont se composent les laves. D'ailleurs la matière qui a été travaillée par les volcans, n'est pas toute par eux rejetée au dehors : il en reste dans leurs abîmes quelques portions; et ces portions remplissent au moins en partie les vides qu'a formés l'action des agens volcaniques sur les roches. Je serois aussi assez porté à croire que ce sont les substances terreuses qui se mêlent, se combinent avec les eaux, qui en général déterminent le mode de formation des laves, et leur impriment les traits qui peuvent les caractériser, lorsqu'elles en conservent encore. Tout annonce aussi que l'acide muriatique, comme l'a remarqué M. Patrin, concourt principalement

à produire et à alimenter les volcans, ainsi que les autres substances huileuses et bitumineuses dont sont chargées les eaux de la mer. Il est vraisemblable que la décomposition des divers muriates qu'elles renferment ne s'opère que dans les foyers des volcans, et que les substances huileuses et bitumineuses qu'elles contiennent, doivent particulièrement leur naissance aux diverses combinaisons qui s'opèrent dans leur sein, et non aux opérations des volcans : (voyez mes Observations, pag. 19 et suiv. des notes).

Il ne peut être donné qu'à la chimie de nous donner des idées grandes et justes sur les phénomènes des volcans ; de nous éclairer sur le mode de manipulation des substances qu'ils vomissent de leur sein. Cette sublime science, cultivée avec des succès si étonnans par les Fourcroy, les Chaptal, les Vauquelin, les Guyton de Morveaux, les Klaproth, etc., a arraché à la nature tant de secrets qu'elle paroissoit vouloir nous cacher pour toujours ! De quoi n'est pas capable le génie de l'homme ! J'aime à croire qu'à toutes ces admirables découvertes qui nous font pénétrer si avant dans le sanctuaire de la nature, la chimie ajoutera un jour celle du mode d'action des volcans. Je voudrois qu'elle travaillât beaucoup les eaux de la mer ; qu'elle variât sans fin les combinaisons avec ces eaux des diverses substances qu'elles recèlent, surtout de l'acide muriatique et des différentes substances terreuses dans tous les états ; qu'elle fît concourir avec ces substances le fluide électrique, l'hydrogène, l'oxigène, et tous les autres fluides gazeux ; qu'elle employât tour-à-tour tous les degrés d'action dont peut être susceptible le calorique ; que ses savantes manipulations, modifiées de mille manières différentes, se fissent dans

des vaisseaux clos et découverts, dans les lieux exposés et non exposés à l'influence de la lumière. Ce n'est qu'en tourmentant la nature, que nous avons espérance qu'elle nous dévoilera ses mystères.

Il me semble avoir lu quelque part qu'un philosophe de l'antiquité avoit dit, que les eaux n'étoient que de la terre fluide. Cette pensée qui tout d'abord paroît ridicule est peut-être bien plus profonde et bien plus vraie qu'on ne le pense communément : et elle annonce peut-être aussi que les anciens étoient plus versés qu'on ne le croit dans la connoissance des phénomènes de la nature, et des causes qui les produisent ; causes qui sont sans doute toujours dues à des combinaisons diverses des substances ; comme elle annonce aussi que les secrets les plus importans de la chimie leur étoient peut-être connus.

Quel est l'agent qui détermine ces diverses combinaisons, qui opère ces transformations singulières d'une substance dans une autre ? C'est encore jusqu'à ce moment le secret de la nature : et elle ne paroît pas disposée à nous le dévoiler. Peut-être, outre les fluides qui nous sont connus, tels que le fluide électrique, le fluide magnétique qui sans doute n'est qu'une modification du fluide électrique, il existe quelque autre fluide qui peut-être à son tour n'est qu'une modification de ceux-là ; qui demeure toujours concentré dans les entrailles de la terre ; qui détermine particulièrement les phénomènes des volcans, et les condensations, les solidifications des substances gazeuses et des substances aqueuses.

Quoi qu'il en soit, la terre paroît recéler en elle-même tout ce qui est nécessaire pour produire et alimenter des volcans : et je crois qu'il n'est nullement nécessaire

pour cela de faire intervenir des fluides solaires, comme l'a fait M. Patrin : je reviendrai ailleurs sur cette réflexion.

Quand je parle des laves vomies par les volcans, je me sers toujours du mot de *déjection :* M. Patrin l'improuve, et dit qu'il n'est reçu que dans le langage de la médecine, pour désigner les évacuations d'un malade; et que le mot *éjection* est préférable. J'avoue que la différence entre ces mots me paroît peu importante, et qu'on peut peut-être se servir indistinctement de l'un ou de l'autre : cependant je croirois volontiers que le mot *déjection* est plus convenable que le mot *éjection.* Quoique ces mots paroissent synonymes, je ne serois pas surpris qu'il existât entre eux quelque légère nuance : le mot éjection me semble supposer que l'action de rejeter est entièrement dépendante de la volonté, et peut par conséquent à son gré être suspendue. Le mot déjection me semble au contraire annoncer que l'action de rejeter est l'effet de la nécessité, qu'elle s'opère parce qu'elle doit s'opérer, et que la volonté n'a aucun empire sur elle. Il est beaucoup de mots dans la langue latine, que nous croyons pouvoir employer indistinctement l'un pour l'autre: je crois cependant que dans le latin, ainsi que dans le français, il n'y a pas deux mots parfaitement synonymes; dans ce sens, qu'ils ne présentent exactement l'un et l'autre que la même idée sans aucune modification particulière. Dans le français, qui est une langue moins sévère que le latin, les mots que nous croyons pouvoir employer indifféremment pour exprimer une chose, ont cependant toujours ou presque toujours une acception un peu différente. Qu'importe que la médecine se soit emparée de ce mot : est-il pour cela

défendu aux autres sciences de s'en servir? Plus l'autorité de M. Patrin est faite pour en imposer, plus il faut se montrer jaloux d'étayer de quelque raison son opinion, quand elle est contraire à la sienne.

J'ai donné un peu d'extension à ce que j'ai dit des lacs, parce que tout me porte à croire qu'ils peuvent nous fournir de grandes lumières sur les divers phénomènes des volcans, et qu'avant d'étudier les volcans, nous devrions peut-être étudier les lacs.

LETTRE VI.

Les produits des monts Dôme, Monsieur, sont très-variés : on y trouve des laves poreuses; des laves compactes; des laves prismatiques; des laves sphéroïdales; des laves en tables; des laves amorphes; des laves uniformes; des laves avec peridot, amphibole, pyroxène; des laves avec feld-spath, quartz et granit; des laves avec fer octaèdre et lamelliforme; des laves porphyritiques; des laves granitiques; des laves demi-vitrifiées; des laves ponceuses; des laves scorifiées; des laves de diverses couleurs; des laves qui ne sont nullement altérées; des laves en état de décomposition; de la pouzolane; des cendres volcaniques; des substances chauffées par les feux des volcans, mais qui n'ont pas été à l'état de fusion; et des fragmens de roches primitives.

Il est des coulées entières qui se composent presque de laves poreuses : ces laves varient beaucoup par la

grandeur, la forme, la quantité de leurs pores. J'ai dit dans mes Observations quelles étoient les causes des accidens divers quelles offroient: (voyez pag. 145 des notes). Les plus poreuses sont celles qui se trouvent dans les parties supérieures des coulées. Les pores sont produits par l'expansion des substances aériformes. C'est aussi particulièrement à l'expansion des gaz que sont dues les rugosités, les montuosités dont sont hérissées les coulées des volcans modernes, qu'on appelle *schères*. D'autres causes peuvent avoir concouru à produire cet effet; mais c'est la principale. J'entrerai ailleurs dans de plus grands détails sur cet objet.

Le spectacle de ces coulées de lave fait toujours sur vous des impressions profondes : et ce n'est nullement étonnant, parce qu'il se lie avec le phénomène le plus imposant de la nature, qui est l'inflammation des volcans; qu'il réveille beaucoup d'idées propres à produire en vous de grandes émotions, et qu'il excite puissamment votre imagination : mais on ne peut disconvenir que les montuosités dont elles sont hérissées n'ajoutent fortement à l'impression que l'on éprouve, parce qu'elles vous rendent plus présent le moment où la lave s'épanchoit du cratère, et se répandoit sur le sol qu'elle couvre. Si le spectacle d'une coulée de lave d'un volcan éteint depuis une longue série de siècles vous attache autant, combien plus doit vous intéresser celui d'un torrent de matière enflammée, qui coule sous vos yeux! Comme l'âme et les sens doivent être vivement et profondément émus!

Il est des coulées dans lesquelles vous voyez des interstices, des espaces vides plus ou moins grands: je ne doute nullement qu'ils n'aient pu être produits par

des retraits ou par des inégalités de terrein; mais tout dit aussi que des expansions des gaz peuvent leur avoir donné naissance.

Les naturalistes croient communément que les laves des volcans modernes sont toutes poreuses; ils se trompent beaucoup. Les laves compactes sont très-abondantes aux monts Dôme : elles le sont même plus que les laves poreuses. Dans les coulées poreuses les laves inférieures sont ordinairement compactes; elles le sont d'autant plus qu'elles sont plus profondes. Il est plusieurs coulées qui se composent presque uniquement de laves compactes, comme les coulées de Chez-Pierre, du puy de la Bannière, etc. etc. Quoiqu'il n'entre pas dans mon plan de vous décrire les coulées dont je vous parle, je ne puis cependant m'empêcher de vous donner quelques détails sur celle du puy de la Bannière, parce quelle offre beaucoup d'accidens curieux et intéressans à connoître. Le puy de la Bannière, qui lui a donné naissance, est au nord-nord-ouest de Volvic, peu distant de cette petite ville dont vous avez souvent entendu parler, et qui est célèbre par des carrières de lave poreuse, dont on se sert pour les constructions dans tous les pays environnans. Cette petite ville dont la position est faite pour fixer les regards du naturaliste, est bâtie sur la coulée du puy de la Bannière, et non, comme on le croit communément, sur celle de la Nugère qui fournit la lave que l'on appelle de Volvic : la lave sur laquelle reposent ses fondemens est d'une nature différente de celle de la Nugère; elle n'appartient donc pas à cette dernière coulée. Celle-ci est poreuse; celle-là est compacte : l'une contient du peridot, l'autre n'en renferme pas. Ce qui fait que ces deux coulées diffé-

rentes sont confondues ensemble, c'est qu'elles sont contiguës l'une à l'autre : la coulée de la Nugère s'appuie contre celle de la Bannière, fait masse commune avec elle. Il faut regarder les deux laves pour se convaincre que leur origine n'est pas la même. Je présume que le volcan de la Bannière s'est allumé avant celui de la Nugère. Au nord-est du cratère de la Bannière, est un amas immense de matières volcaniques, très-fortement torréfiées, mêlées avec des fragmens de roches granitiques plus ou moins altérées par les feux du volcan : cette montagne volcanique s'arrondit autour du cratère dont elle a fait partie. Sur ses flancs, au sud et sud-ouest particulièrement, sont de très-gros blocs de lave, que l'on prendroit pour des fragmens d'une coulée qui est partie de la cime, et qui ne sont que des déjections du cratère qui est à la base. Il est à remarquer encore qu'à la cime de la Bannière il est une petite excavation que l'on regarderoit peut-être comme un cratère, et qui ne l'est cependant pas : cette excavation n'a été produite que par l'affaissement des matières. Ainsi que d'autres coulées des monts Dôme, celle de la Bannière s'est ramifiée : plusieurs accidens différens peuvent produire de pareilles ramifications, comme je l'ai dit ailleurs. (Voyez mes Observations, pag. 107 et suiv.). Celles de la coulée de la Bannière doivent leur naissance à des lits divers d'eaux fluviatiles, dont elle s'est emparée ; et ce qui le prouve, c'est que ces eaux se fraient encore, au moins la plupart, un passage sous cette coulée, et qu'elles sourdent en divers endroits. Cette coulée s'est dirigée d'un côté vers Kelova, Bessa, Marsac; et de l'autre vers Vivé, Vensel, Filigonde, Blanza. Dans presque toute son étendue, la lave dont elle se compose

est très-compacte, et ressemble parfaitement aux produits basaltiques des volcans anciens, de sorte que sans le secours des localités on ne pourroit pas se persuader qu'elle appartient aux volcans modernes. Il est à remarquer qu'à l'extrémité de la coulée, la lave se montre poreuse : ce qui prouve bien que la porosité et la compacité des laves ne sont que de purs accidens. Vous jugez aussi sans doute que les monts Dôme combattent d'une manière bien victorieuse le système des neptunistes : ils veulent que les basaltes soient des produits des eaux; mais évidemment les basaltes des monts Dôme sont des productions volcaniques. En remontant les coulées auxquelles ils appartiennent vous arrivez au cratère du volcan; et ces coulées se composent de parties basaltiques et de parties poreuses. Le volcan de la Bannière est un des plus considérables qui aient brûlé dans la chaîne des monts Dôme.

Non loin du beau château d'Alagnat, embelli encore par les superbes plantations qui l'environnent, appartenant à M. de Culhat, dans un endroit que l'on nomme *Chez-Pierre*, est un fragment d'une coulée d'un volcan moderne, dont la lave par sa compacité a aussi la plus grande ressemblance avec les basaltes : on en trouve encore de telles dans beaucoup d'autres endroits de la chaîne des monts Dôme.

Il paroît que rien n'est plus facile que de discerner les produits des volcans anciens de ceux des volcans modernes ; et cependant il est des circonstances dans lesquelles on craint de décider, quand on ne veut pas hasarder son jugement. On ne peut pas néanmoins disconvenir que ces divers produits ont en général des traits qui leur sont particuliers : mais ces traits sont quelque-

fois si peu prononcés, qu'on ne peut plus les distinguer. Je ne serois par conséquent nullement étonné, qu'on regardât quelquefois comme coulées anciennes, des coulées modernes; et comme coulées modernes, des coulées anciennes.

L'opinion généralement reçue est que les produits des volcans modernes n'affectent point des formes prismatiques, et que ce ne sont que les basaltes : vous savez qu'un des grands argumens que les neptunistes apportent contre la volcanisation des basaltes, est que ceux-ci affectent des formes prismatiques, et non les laves; que l'origine des laves et des basaltes ne doit pas être par conséquent la même, puisque leur manière d'être est différente. La coulée du puy de la Bannière détruit complètement cette objection : dans une de ses parties, à un endroit qu'on appelle *les sources de Bessa*, il existe beaucoup de prismes et assez réguliers. J'ignore si cet accident, qui est très-curieux parce qu'il est très-rare, avoit été encore observé. Ce n'est pas cependant dans ce seul endroit que j'ai vu des produits des volcans modernes affecter des formes prismatiques, j'en ai vu aussi *chez Pierre*, et sur les bords de la Sioule; mais ceux-ci ne sont pas à beaucoup près aussi réguliers. Je n'ai point découvert de laves prismatiques dans d'autres coulées. Le nombre de pans de ces prismes varie : il est ordinairement de cinq ou six. Plus on observe les volcans, plus on compare leurs produits entre eux, plus on voit disparoître la ligne de démarcation qui avoit été tirée entre les laves et les basaltes; plus on voit s'évanouir les différences que les hommes avoient voulu établir entre les volcans anciens et les volcans modernes; plus on voit se rapprocher, se confondre,

s'offrir avec les mêmes caractères, les produits des uns et des autres; plus le système des vulcanistes acquiert de degrés de certitude, et moins probable par conséquent devient celui des neptunistes.

Dans mes Observations sur les volcans de l'Auvergne, j'ai prouvé que les formes régulières qu'affectoient les basaltes étoient dues à une cristallisation réelle : (voyez pag. 155 et suiv.). Vous jugez que je regarde comme produites par la même cause, les formes prismatiques des laves des monts Dôme. Les mêmes effets doivent reconnoître les mêmes causes de leur existence. Plus j'étudié les volcans, plus je me persuade que ces formes prismatiques sont le résultat de la cristallisation : je suis même intimément convaincu que le naturaliste qui observera sur place ces produits des volcans, n'aura aucun doute sur le mode de formation que je leur attribue, pourvu qu'il soit libre de tout préjugé en faveur d'aucun système : car rien ne rend l'esprit faux, et ne l'aveugle, comme la prévention. Étudions la nature dans ses ateliers, si nous voulons la connoître.

Il est à remarquer qu'il est aux sources de Bessa des prismes qui se composent de lames plus ou moins épaisses superposées les unes sur les autres : ces lames constituant par leur réunion des prismes qui dans leur ensemble sont le produit de la cristallisation, doivent par conséquent aussi en être regardées comme le résultat, puisqu'elles entrent dans la composition des prismes : si un tout est cristallisé, les parties constitutives de ce tout doivent l'être.

Une autre observation encore à faire, qui me paroît importante, c'est que la lave dont se composent ces prismes est compacte : je n'ai point vu de prismes à lave

poreuse :

poreuse : tout porte à croire que l'expansion des substances aériformes qui produit la porosité des laves, empêche leur cristallisation. (Voyez mes Observations pag. 171 et suiv.).

Ainsi que les formes prismatiques, les formes sphéroïdales avoient été regardées comme caractéristiques des produits des volcans anciens : les monts Dôme nous apprennent également le contraire ; on trouve aussi aux sources de Bessa des laves sphéroïdales : elles sont mêlées avec les prismes. Il en est qui sont très-régulières. J'avois cru qu'elles avoient pu être produites par un tourbillonnement de la matière volcanique : (voyez mes Observations p. 118). Mais, plus je réfléchis sur leur mode de formation, plus cette opinion me paroît peu vraisemblable ; et tout me porte à croire que ces formes sphéroïdales sont dues à une cristallisation réelle. J'ai vu de ces laves dont les diverses couches concentriques étoient très-régulières, et d'une épaisseur égale dans toutes leurs parties : comment, sans le secours de la cristallisation, concevoir un pareil mode de formation ? La cristallisation seule peut imprimer aux substances minérales des formes si régulières.

Une autre considération qui m'affermit dans cette opinion ; c'est que ces laves sphéroïdales sont mêlées avec les prismes : ces diverses laves coexistant ensemble, il est naturel de penser qu'elles doivent leur origine à la même cause ; que celle qui produit les formes prismatiques doit produire aussi les formes sphéroïdales : or, les formes prismatiques étant dues à la cristallisation, les formes sphéroïdales doivent également être produites par elle. Il est à observer que la lave qui a donné naissance à ces formes sphéroïdales est compacte, ainsi que

celle qui a donné naissance aux formes prismatiques : et cet accident ajoute encore un nouveau degré de vraisemblance à l'identité de leur mode de formation.

Lorsque je vous ai parlé des prismes de Bessa, je vous ai dit qu'ils se composoient de lames ou dalles plus ou moins épaisses, superposées les unes sur les autres : j'ai oublié de vous dire qu'il existe aussi dans cette même coulée des laves en table isolées. Elles sont compactes et ont la plus grande ressemblance avec les basaltes en table, qui appartiennent aux coulées de volcans anciens. J'avois pensé que la disposition de ces laves à se déliter, par feuillets, pouvoit être due à l'arrivée successive de la matière de la lave : (voyez mes Observations, pag. 144 et suiv. des notes). Maintenant je crois que ce mode de formation est également le résultat de la cristallisation, mais d'une cristallisation confuse, d'une cristallisation qui par quelque accident particulier n'a pu imprimer à ces laves des formes bien régulières : ce qui m'engage à le croire, c'est que ces laves ont une épaisseur à peu près égale dans toute leur étendue, qui est quelquefois assez considérable; qu'elles affectent souvent des formes prismatiques, des formes lenticulaires; formes lenticulaires qui dans les substances minérales neptuniennes sont attribuées à une cristallisation confuse. Une autre raison encore; c'est que ces laves sont souvent mêlées avec des laves dont les formes sont réellement régulières, et qui sans nul doute doivent leur naissance à la cristallisation. Elles se rapprochent par leur couleur, par leur manière d'être, par leur texture, des laves pétrosiliceuses : elles ne peuvent cependant pas être regardées comme telles; elles n'ont pas le facies qui me paroît caractériser d'une manière particulière les

laves pétrosiliceuses. Dans la chaîne des monts Dôme, je n'en ai même pas trouvé : j'en ai vu qui avoient avec elles de grands traits de ressemblance ; mais elles ne sont pas de même nature. Un accident à remarquer, c'est qu'elles sont très-sonores.

Les diverses réflexions que je viens de faire concernant ces laves, qui affectent des formes plus ou moins régulières, vous ont fait juger sans doute que plus les produits des volcans modernes ressemblent aux produits des volcans anciens, plus les formes que prennent ces divers produits se rapprochent les unes des autres. La lave des sources de Bessa a avec le basalte la plus grande conformité : leurs formes ont aussi la plus grande analogie entre elles. Les différences dans les formes sont donc purement accidentelles, et n'annoncent pas dans les substances minérales une nature différente et un mode différent de formation.

Les laves cristallisées étant rares parmi les produits des monts Dôme, c'est une conséquence nécessaire que les laves amorphes, ou qui n'offrent que des masses informes, soient en grande quantité. Ces laves s'éloignent d'autant plus des formes régulières, qu'elles sont plus poreuses : ce qui prouve, comme je viens de vous le dire, que la porosité met le plus grand obstacle à la cristallisation des laves ; par conséquent que les causes qui produisent la porosité empêchent la cristallisation ; par conséquent encore que les laves, pour qu'elles puissent affecter des formes symétriques, doivent être défendues du contact de l'air. (Voyez mes Observations pag. 171 et suiv.). C'est particulièrement le contact de l'air qui favorise l'expansion des substances aériformes ; expansion à laquelle est due la porosité. Tous les acci-

dens qu'offrent les volcans, s'enchaînent et s'expliquent les uns les autres : il ne faut que savoir découvrir le fil qui les unit. Ainsi dans la belle et sublime science des mathématiques, les diverses propositions se lient les unes aux autres, et se servent mutuellement d'explication : il suffit de bien saisir et de bien comprendre leur enchaînement réciproque. Peut-être tous les effets de la nature découlent les uns des autres ; et ce n'est que parce que nous ne connoissons pas leurs divers rapports, qu'ils confondent notre raison.

LETTRE VII.

Il existe aux monts Dôme, Monsieur, des coulées presque uniquement formées de laves homogènes, ou de laves qui ne paroissent composées que d'une seule et même substance. Cependant elles sont moins abondantes que les laves mélangées, ou celles qui renferment quelque substance étrangère à leur masse. Tout étonne celui qui veut remonter aux causes des effets qu'il observe : et celui qui est jaloux d'acquérir des connoissances sûres et profondes dans l'attrayante et immense science de l'histoire naturelle, doit interroger la nature sur tout, et chercher à se rendre compte de tous les accidens qu'elle lui offre. Pourquoi existe-t-il des coulées presque entières de laves homogènes, tandis que le plus grand nombre des coulées se compose de laves mélangées ; la texture de ces laves étant à peu près la même, et tout annonçant que les matières minérales qui ont été travaillées

par les volcans devoient offrir très-peu de différence entre elles, devoient être à peu près de la même nature; et que l'action des agens volcaniques sur elles a été presque la même? La cause de cet accident me semble difficile à expliquer. Parmi ces substances étrangères à la masse de la lave, il en est peut-être qui sont préexistantes à l'inflammation des volcans; mais tout dit qu'au moins la plupart ont été produites par les diverses combinaisons qui se sont opérées; or, comment concevoir que les mêmes circonstances étant presque données, tantôt il s'opère des combinaisons, et tantôt il ne s'en opère pas? Je dis même plus encore, c'est qu'il est difficile de concevoir comment il peut exister de grandes masses de laves homogènes. Les substances dont elles se composent, quoique paroissant de même nature, étant cependant d'une nature différente; ces substances ayant été par l'action des agens volcaniques très-fortement atténuées; et la plupart au moins, amenées à l'état de dissolution; comment se fait-il qu'aucun rapprochement de molécules ne se soit fait, et n'ait donné naissance à aucun aggrégat particulier? Dans le système de M. Patrin, l'existence des laves homogènes en grandes masses me paroît plus inconcevable encore. Les matières volcaniques étant le résultat de la concrétion des gaz; et ces gaz à chaque instant devant se trouver entr'eux en rapports différens; comment des substances homogènes en grandes masses peuvent-elles être produites?

Il est des laves qui contiennent du péridot, de l'amphibole et du pyroxène réunis; j'en ai trouvé de telles au puy de Chanat: d'autres ne renferment qu'une de ces substances. Le péridot n'est jamais en grandes

masses dans les laves; il y est disséminé en petits grains. Ses couleurs sont ordinairement verdâtres et assez mattes. Sa cristallisation est toujours informe. J'avois cru que le péridot appartenoit aux anciens volcans, et que s'il se trouvoit parmi les produits des volcans modernes, cela étoit dû à quelques accidens particuliers : de nouvelles observations m'ont appris que le péridot appartenoit aux volcans modernes, ainsi qu'aux volcans anciens. Dans quelques coulées des volcans modernes, comme dans celle de la Bannière, etc., il est assez abondant : il est des coulées, telles que celle de la Nugère, dans lesquelles on n'en trouve nul vestige.

L'amphibole est assez rare dans les laves : il s'y trouve presque toujours cristallisé : les cristaux sont quelquefois d'une régularité étonnante, et ont leurs surfaces du plus beau poli et d'un grand éclat : ils varient beaucoup pour la grosseur et les formes. L'amphibole est entièrement étranger à quelques coulées, comme à celle de la Nugère.

On trouve du pyroxène aux puys de la Rode, de Coran, et de Chanat : je n'en ai point vu ailleurs. Il est toujours cristallisé : ses formes de cristallisation offrent beaucoup de différences entre elles ; elles sont toujours très-régulières. Il est quelquefois enchassé dans des laves poreuses, et scorifiées, et quelquefois isolé. J'ai parcouru le puy on ne peut plus curieux de la Rode, avec MM. les fils de M. Gerard, maire de Fouhet.

C'est une grande question parmi les naturalistes que de savoir si le pyroxène, ainsi que l'amphibole et le péridot qui se trouvent dans les laves, leur sont préexistans, ou s'ils sont des produits volcaniques : j'ai dit dans

mes Observations quel pouvoit être leur mode de formation. Il est inutile de rappeler les réflexions que j'ai faites. (Voyez pag. 171 et suiv. des notes).

Il est à remarquer que nous retrouvons dans les produits des volcans modernes, les mêmes substances qui existent dans les basaltes : cette coexistence des mêmes aggrégats dans les basaltes et dans les laves, annonce l'identité de leur origine. (Voyez mes Observations, pag. 131 et suiv.).

Les laves contenant des fragmens de roches granitiques sont communes : il est des laves qui en sont comme farcies, et qui en contiennent de gros fragmens. Le granit est quelquefois peu altéré par les agens volcaniques : mais ordinairement il est à l'état de frite et même de vitrification. Le feld-spath et le quartz existans dans les laves y sont presque toujours dans ces derniers états : rarement n'y sont-ils qu'étonnés; pour me servir de l'expression communément reçue, pour désigner une légère altération produite par le feu des volcans. La surface des laves se trouve quelquefois recouverte d'une couche de quartz vitrifié, qu'Haüy appelle quartz hyalin concrétionné, et que l'on nomme aussi fiorite. Leur intérieur en est aussi par fois tapissé.

Les cristaux de fer octaèdre sont assez rares : on n'en trouve guère qu'à Coran et au puy de Dôme. Le fer spéculaire (oligiste d'Haüy) est beaucoup plus abondant. Sa cristallisation est ordinairement lamelliforme; il se trouve dans les interstices que laissent les laves entre elles : quelquefois il forme sur leur surface, et même dans leur intérieur, comme des espèces de dendrites; et il est aisé de voir qu'alors il a été dans un état de fusion et qu'il a coulé : ce qui prouve d'une manière bien

évidente qu'il doit son origine, non aux eaux, mais aux volcans; et qu'il est un produit de la sublimation: (voyez mes Observations, pag. 177 et suiv. des notes).

Les laves porphyritiques, ainsi que les laves granitiques sont très-rares aux monts Dôme. Les laves porphyritiques ne sont sans doute qu'une modification des laves granitiques. Elles contiennent les unes et les autres des cristaux de feld-spath, mais très-informes, vitrifiés ou à demi vitrifiés. J'appelle laves *porphyritiques* celles que l'on nomme aussi *porphyriques*: je préfère la dénomination de porphyritiques à celle de porphyriques, parce qu'elle est beaucoup plus conforme à l'étymologie. Les Latins disoient *porphyriticus*, pour dire, *qui est de porphyre.* Le mot *porphyricus* dans leur langue avoit un autre sens; il vouloit dire, *qui est de pourpre.* Quoi qu'il en soit, peu importent les expressions dont on se sert, et surtout quand elles sont aussi peu intéressantes pour la science, pourvu que l'on soit d'accord sur les idées qu'on doit leur attacher.

Je vous ai dit qu'on trouvoit dans les laves des substances vitrifiées: mais la masse des laves n'étant point vitrifiée, elles ne peuvent pas être appelées vitreuses. Dans la chaîne des monts Dôme, je n'en ai pas rencontré de telles: mais j'y ai trouvé des laves dans un état de demi-vitrification: elles sont peu abondantes, ainsi que les substances vitrifiées. Je crois avoir remarqué dans mes Observations sur les volcans, qu'il étoit bien étonnant que les substances à l'état de vitrification et de demi-vitrification y fussent aussi peu abondamment répandues; vu que tout annonçoit que les feux volcaniques y ont exercé la plus grande force d'action.

Les laves ponceuses sont également rares aux monts

Dôme : je n'en ai trouvé qu'à Clierzou : vous observerez que les substances volcaniques non-ponceuses dont se compose cette curieuse montagne, quoique je ne les regarde que comme ayant été seulement chauffées, ont les plus grandes analogies avec les ponces. Les matières volcaniques dont se forment les puys de Dôme, des deux Sarcouis, quoique n'étant aussi que des thermantides, se rapprochent également beaucoup de la nature ponceuse. Il est même quelques-unes de ces substances, à qui il paroît n'avoir manqué qu'un coup de feu pour être transformées en ponces. J'avoue que c'est la considération de ces divers accidens qui m'avoit engagé à penser que la réduction d'une substance minérale à l'état ponceux pouvoit être produite sans fusion : ce que je ne crois cependant pas vrai, comme je vous dirai dans la suite. On trouve aussi au puy de la Vache des matières volcaniques qui ressemblent beaucoup à des ponces, mais qui n'en sont pas. Quand on les regarde avec la loupe, elles paroissent être à l'état de frite : elles sont presque toujours pulvérulentes, et mêlées avec des aggrégats terreux, entièrement imprégnés de fer spéculaire, et avec des laves poreuses et scorifiées ordinairement grisâtro-blanchâtres. Il est à remarquer que ce n'est que dans une partie de ce puy qu'on les rencontre, et que les autres se composent de laves poreuses noires, plus ou moins fortement torréfiées, comme tous les autres cratères. Le mode de formation du cratère du puy de la Vache a-t-il été différent du mode de formation des autres cratères ? ces substances blanchâtres ont-elles été vomies par le volcan telles qu'elles sont maintenant ; ou le sont-elles devenues depuis leur déjection ? Cette dernière opinion est la plus vraisemblable : tout porte

à croire qu'elles ont été originellement comme les autres, et que c'est à des vapeurs acido-sulfureuses qu'elles doivent leur décoloration. Dans les pores de ces laves, on distingue quelquefois des molécules de soufre. Cependant il seroit possible que les diverses matières dont se compose le puy de la Vache, eussent été rejetées telles par le volcan, parce qu'il est d'autres cratères, qui se forment de substances qui ne sont pas de même nature, et qui sont cependant le résultat des déjections du volcan ; et cet accident est facile à expliquer.

LETTRE VIII.

LES quantités de scories, Monsieur, existantes dans la chaîne des monts Dôme sont immenses : presque tous les cratères se composent de scories; et dans le voisinage des cratères souvent on en trouve aussi des amas considérables. Dans les coulées elles-mêmes, soit compactes, soit poreuses, et à des distances plus ou moins éloignées des cratères, vous en voyez souvent de très-grandes quantités. La lave en coulant les avoit rencontrées sur ses pas, et les charrioit devant elle ; quelquefois ces scories ont été empâtées dans la lave, et ne forment plus avec elle qu'une seule et même masse : mais d'autres fois elles constituent un tout entièrement distinct; et cet accident est très-curieux à remarquer. Les scories ont été seulement recouvertes par la lave, de sorte qu'elle compose au-dessus une espèce de cintre dont les formes et les dimensions sont en rapport avec celles des scories. Vous

jugez qu'alors les excavations ont été on ne peut plus faciles à faire dans les coulées : les scories n'étant pas cohérentes entre elles, et étant très-légères, on pouvoit les enlever fort aisément. Aussi dans l'étendue des coulées qui avoisinent les habitations des hommes, vous voyez beaucoup d'excavations qui y ont été pratiquées, et qui servent à divers usages. Presque toujours on y enferme les vins ; et l'expérience prouve qu'en général ils s'y conservent et s'y bonifient beaucoup : l'uniformité de température que l'on y éprouve, l'atmosphère un peu humide qui y règne, le non-accès des rayons du soleil dans ces lieux, ne concourent pas peu à produire cet effet. Ainsi l'homme sait approprier tout à ses usages. Pourquoi iroit-il faire des constructions, lorsque la nature en a fait qui peuvent lui servir, et qui lui sont même plus avantageuses, que celles qui seroient son ouvrage ? La nécessité l'a d'ailleurs quelquefois forcé à placer ses vins dans ces excavations. Le sol sur lequel ses habitations sont construites, est inondé d'eau à une certaine profondeur : il lui étoit par conséquent impossible d'y creuser des caves : et les coulées qui se sont répandues sur un terrain plus élevé lui en offroient, où il n'avoit pas à craindre de voir sourdre des eaux. Rien ne rend l'homme industrieux, comme la nécessité de pourvoir à ses besoins.

Toutes les excavations pratiquées dans l'étendue des coulées ne doivent pas sans doute leur origine à des amoncellemens de scories : il en est qui ont été creusées dans le sol primitif. Dans son cours la lave avoit recouvert des monticules pierreux et terreux : on a enlevé ces monticules ; et des cavernes se sont trouvées ainsi toutes faites.

Vous ne sauriez croire combien d'accidens curieux offre l'intérieur de ces grottes volcaniques, qui sont l'ouvrage de la seule nature; car les hommes n'ont eu qu'à faire disparoître l'échafaudage sur lequel elle avoit fait ses constructions. La voûte est formée par des stalactites de lave; et tout ce que les stalactites neptuniennes ont de formes bizarres et singulières, est reproduit par ces stalactites vulcaniennes. Tantôt vous les voyez pendre en filets plus ou moins longs, se contournant, se ramifiant dans tous les sens : tantôt vous les voyez former des lames plus ou moins étendues et amincies, se détachant les unes des autres : vous diriez un livre antique noirci par la fumée, dont les feuillets sont séparés. Tantôt vous les voyez se modeler en mamelons à contours plus ou moins parfaitement arrondis. Les couleurs de ces grottes ne sont pas moins admirablement variées que leurs formes : toutes les couleurs s'y trouvent souvent rassemblées, et mariées entre elles avec la plus grande harmonie. Et ce qui vous frappe davantage, c'est que ces couleurs, nuancées de mille manières différentes, conservent toujours toute leur beauté et toute leur fraîcheur : vous imagineriez que tous les jours la nature prend sa palette et son pinceau pour les rajeunir : elles ne se ressentent nullement de l'outrage des ans. La lumière n'y pénètre jamais : et c'est elle particulièrement qui flétrit et fait disparoître les couleurs. On diroit également que l'art le plus industrieux a présidé à l'emplacement des laves pour la construction de ces grottes, afin de produire les effets les plus pittoresques. Il faut voir ces ouvrages de la nature, pour se faire une idée de leur beauté. Il est des choses que l'on sent, et qu'il est impossible de rendre. L'art lui-même le plus

savant du dessin ne peut pas exprimer les accidens sans nombre on ne peut plus curieux, qu'offrent ces grottes vulcaniennes, qu'on ne se lasse jamais d'admirer. Oh! qu'elles sont belles ! que les grottes faites à grands frais par les mains des hommes sont mesquines en comparaison de celles que la nature a construites avec les matériaux que lui ont fournis les volcans! La nature l'emporte toujours sur l'art, quelque ingénieux qu'il puisse être. Heureux, quand il imite de loin la nature, et copie même imparfaitement ses dessins et ses plans ! que de descriptions variées et intéressantes je ferois, si je voulois décrire les diverses grottes pratiquées dans les coulées de lave! Mais de pareilles descriptions ne peuvent trouver place dans ces lettres.

Ces grottes, connues particulièrement dans ce pays sous le nom de caves, offrent la plupart un accident remarquable, et dont la cause est peut-être peu connue: quelques-unes renferment des quantités plus ou moins considérables de gaz acide carbonique. Les expériences qui le prouvent sont trop connues, pour qu'il soit nécessaire d'entrer dans des détails. Il rougit la teinture de tournesol; l'eau de chaux combinée avec ce gaz produit du calcaire; il éteint la lumière ; les personnes plongées dans son athmosphère sont asphixiées ; aussi ces caves sont-elles appelées *étouffis*. Il est cependant à observer que cette asphixie est rarement mortelle : on a vu des hommes qui sont restés un assez long-temps dans cet état, qu'on a rappelés à la vie, en les exposant seulement à l'air libre. S'ils étoient demeurés un égal espace de temps dans une atmosphère de gaz acide carbonique, produit par la fermentation de la vendange ou par la combustion du charbon, ils auroient péri iné-

vitablement, quelques secours qu'on leur eût administrés. Les accidens produits dans l'économie animale ne sont pas les mêmes non plus, comme l'a observé aussi M. Legrand. Seroit-il des gaz acides carboniques plus malfaisans que d'autres; ou est-ce seulement aux quantités plus ou moins considérables de ces gaz, existantes dans les lieux dans lesquels on se trouve, que doivent être attribuées ces différences dans les effets? J'ai voulu plusieurs fois faire des expériences pour tâcher de fixer mon opinion sur cet objet : les circonstances n'ont pas pu me le permettre encore.

Il est de ces caves qui sont presque entièrement remplies d'acide carbonique : d'autres n'en contiennent que dans leurs parties basses; de sorte que lorsque vous êtes droit, quoique vos pieds soient plongés dans ce gaz, vous n'avez cependant rien à craindre, parce que l'air que vous respirez n'a aucune qualité délétère. Vous savez que ce gaz est plus pesant que l'air atmosphérique. Ces caves dangereuses dans tous les temps le sont encore davantage dans les temps orageux, lorsque l'air est chargé de fluide électrique. Les plus célèbres de ces grottes par leur méphitisme sont celles d'une habitation charmante, que l'art et la nature se sont plus à embellir de concert; où tout appelle et fixe délicieusement vos regards; digne sous tous les rapports du nom qu'elle porte : on l'appelle *Montjoli*. Elle est située à l'ouest-ouest-sud de Clermont, à 15 ou 1800 mètres de distance, et appartient à M. Grangier de Lamothe.

Des naturalistes attribuent la cause du méphitisme de ces caves à l'acide carbonique contenu dans des roches calcaires dissoutes par les eaux : mais, pour si peu que l'on réfléchisse, on sent que leur opinion ne

peut pas être vraie. Depuis le temps que ces caves existent telles qu'elles sont, il n'existeroit plus vestige de ces roches calcaires, et elles auroient cessé d'être méphitiques. Un effet permanent, qui se survit toujours à lui-même, ne peut pas être produit par une cause qui n'a qu'une existence passagère. D'autres naturalistes attribuent ce méphitisme à des eaux minérales gazeuses qui coulent dans ces lieux, et laissent échapper le gaz acide carbonique dont elles sont saturées : la supposition de l'existence des eaux gazeuses dans ces grottes est entièrement gratuite, et n'est fondée sur aucune probabilité, et à plus forte raison sur aucune preuve. On ne voit point sourdre, à la surface du sol, le plus petit filet d'eau gazeuse; aucune émanation ne s'y laisse remarquer; on n'y entend aucun bruit qui puisse faire soupçonner que des eaux chargées de fluides aériformes y coulent. Si on veut qu'elles soient à une profondeur un peu considérable dans le sein de la terre, comment concevoir que les gaz puissent arriver jusqu'à la surface du sol ? D'ailleurs resteroit toujours à savoir comment les eaux minérales se saturent d'acide carbonique. Il est très-probable que la même cause qui le produit dans les eaux, le produit dans ces grottes, et qu'il est le résultat des combinaisons des fluides gazeux. Je ne donnerai pas ici un plus grand développement à cette idée; parce que je me propose de parler dans la suite des eaux minérales gazeuses, et des causes auxquelles elles doivent leur naissance. Revenons aux scories qui ont donné lieu à cette digression.

Elles offrent les plus étonnantes variétés dans leur grandeur, dans leurs formes, dans leur texture, dans leur légéreté, dans leur couleur. J'ai parlé dans mes

Observations des accidens divers que l'on remarque en elles, et des causes qui les produisent : (voyez pag. 123 et suiv.). Je ne rappellerai par conséquent pas ce que j'y ai dit. Il en est qui paroissent incadescentes, desquelles on craint d'approcher la main; tant les empreintes du feu qui les a dévorées sont vives et profondes : toutes semblent avoir été vomies fraîchement par les volcans. Cette non-altération des scories est à mes yeux un accident bien étonnant : je sais que la grande torréfaction qu'elles ont subie, doit influer sur leur conservation : mais tout dit aussi qu'à cause de leur tissu très-celluleux, elles devroient aisément entrer en décomposition ; et d'autant plus promptement, qu'elles contiennent beaucoup d'argile et de fer; substances qui, à raison de leur grande affinité avec l'oxigène, devroient hâter leur destruction. Comment donc se fait-il qu'elles se soient si parfaitement conservées? Et ce ne sont pas seulement celles qui, enfouies dans les entrailles de la terre, sont à l'abri du contact de l'air, qui n'ont été nullement altérées : ce sont aussi celles qui sont gissantes sur les cimes des montagnes élevées; exposées à toutes les vicissitudes de l'atmosphère et à toutes les intempéries des saisons. Il est tout plein d'accidens dans la nature sur lesquels nous ne jetons qu'un coup d'œil très-superficiel; aux causes desquels nous ne remontons pas; et qui appellent cependant toutes les méditations des naturalistes. Cette étonnante conservation des scories me paroît prouver d'une manière bien convaincante que l'origine des volcans ne se perd pas dans la nuit des temps, et n'est pas d'une ancienneté incalculable, comme le veulent des savans célèbres : (voyez mes Observations, pag. 89 et suiv., où je traite cette question : A

quelle

Quelle époque se sont allumés les volcans d'Auvergne?) Il ne faut pas une série immense de siècles pour que les substances minérales les plus indestructibles se détruisent, surtout lorsqu'elles sont exposées au contact de l'air. Je n'entre pas dans les détails des distinctions des diverses espèces de scories : ces détails minutieux et peu importans pour la science, sont inutiles dans ces lettres. Il est de ces scories qui dans leur intérieur renferment une substance étrangère à la lave, qui leur a servi comme de noyau, parce qu'elle s'est agglomérée tout autour : on les appelle elles-mêmes des noyaux (voyez mes Observations, pag. 124).

De vastes terreins sont jusques à une grande profondeur remplis de pouzolane : jugez s'il doit en exister d'immenses quantités. Depuis qu'elle a été vomie par les volcans, il faut qu'elle ait été remaniée par les eaux; car on la voit former des couches plus ou moins épaisses, superposées les unes sur les autres; comme dans les environs du hameau du Chey, du château d'Alagnat, etc. : et la stratification est l'ouvrage des eaux. Étant très-légère, il n'est nullement étonnant que les eaux l'aient entraînée. Les distances auxquelles elle a été emportée, ont été subordonnées à beaucoup d'accidens qu'il est inutile de décrire. Ainsi que les scories des débris desquelles elle paroît avoir été formée, au moins en partie, la pouzolane n'a presque subi aucune altération. Il faut qu'elle n'ait été rejetée par les volcans qu'après l'éruption de la lave, puisque sous les coulées on n'en trouve nul vestige. Dans certains endroits, la nature en a composé un ciment d'une dureté étonnante : elle avoit appris ainsi aux hommes à s'en servir pour leurs constructions; et surtout lorsqu'ils étoient jaloux de leur

donner une grande solidité. À son école ils ont pu s'instruire dans tous les arts, s'ils ont su profiter de ses leçons. Leurs ouvrages ne seront même marqués au coin de la perfection, qu'autant qu'ils la prendront pour modèle. On distingue ordinairement les sables volcaniques des pouzolanes ; et véritablement il existe quelque différence entre ces diverses substances : (voyez mes Observations, pag. 124 et suiv.). Cependant je les désigne par la même dénomination, parce que les différences qui les distinguent ne sont pas faciles à saisir. D'ailleurs il me suffit dans ces lettres de vous donner des aperçus généraux ; et voilà pourquoi je ne m'appesantis sur aucun détail ; que je ne vous indique point les diverses variétés qu'offrent les produits volcaniques dont je vous parle, et que je me contente de vous faire connoître leurs principales espèces. Tous les détails sont étrangers au plan de ces lettres, et appartiennent à l'histoire naturelle de l'Auvergne.

On trouve des cendres volcaniques en plusieurs endroits : elles sont cependant peu abondantes. Toujours elles sont gissantes sous les coulées : les volcans les ont donc vomies avant la lave : n'en ont-ils point rejeté après ? C'est sur quoi on ne pourroit hasarder que des conjectures vagues et incertaines. Tous les volcans sont loin d'avoir une marche uniforme relativement aux déjections des cendres volcaniques ; il en est dans lesquels l'éruption de la lave est accompagnée et précédée de déjections de ces cendres ; et dans d'autres elles l'accompagnent ou la précèdent seulement. Il est des volcans qui rejettent des quantités immenses de ces cendres. Tout annonce que les volcans des monts Dôme n'en ont pas rejeté des quantités considérables. J'ai dit dans mes

Observations quel pouvoit être le mode de formation des cendres volcaniques, et combien en général étoit impropre cette dénomination : (voyez pag. 159 et suiv. des notes). Je suis également porté à croire qu'elles peuvent être le résultat des combinaisons des fluides gazeux : je reviendrai ailleurs sur cet objet. Leur couleur est ordinairement grisâtre, et quelquefois blanchâtre : j'ai observé que plus leur pulvérisation, leur ténuité étoient grandes, plus elles approchoient de cette dernière couleur. Il est à remarquer que cette couleur grisâtre ou blanchâtre est en général celle des produits des volcans qui n'ont éprouvé de la part de leurs agens qu'une altération plus ou moins grande, et qui n'ont pas été fondus : c'est celle des matières volcaniques dont se compose la masse des puys de Sarcoui, de Dôme, etc. Les couleurs jaunâtres et rosâtres, etc., qu'elles offrent, sont particulièrement dues aux divers degrés d'oxidation du fer qu'elles contiennent. Les couleurs des véritables laves, c'est-à-dire, des matières volcaniques qui ont été en état de fusion, sont communément la noirâtre, la brunâtre. Il est aussi des laves bleuâtres et grisâtres : celles-ci renferment toujours du péridot, sont très-compactes, et ressemblent parfaitement aux basaltes : il en est d'une couleur rougeâtre très-intense ; c'est assez ordinairement celle des laves scorifiées, et des laves poreuses qui ont été fortement chauffées : il en est qui sont recouvertes d'un vernis noirâtre plus ou moins brillant, produit par une espèce de frite ou de demi-vitrification qu'elles ont éprouvée. Toutes ces diverses couleurs se montrent avec beaucoup de diverses teintes. Les différences dans le tissu des laves, dans leur mode d'élaboration par les volcans, leur composition,

E 2

les altérations des substances métalliques et surtout du fer qu'elles contiennent, déterminent leurs diverses couleurs et leurs nuances si variées : (voyez mes Observations, pag. 117, 122 et 124).

En général les laves des monts Dôme sont encore ce qu'elles étoient dans les premiers temps de leur existence; elles ont conservé tous les traits, tous les caractères qu'elles pouvoient avoir, lorsque les volcans leur donnèrent naissance. Il en est sans doute qui sont en état de décomposition, et même entièrement décomposées; mais elles sont peu nombreuses. Parmi les accidens divers qu'offrent ces laves en se décomposant, il en est un qui mérite particulièrement d'être observé; c'est que leur surface, dont le fonds est ordinairement noirâtre, est parsemée de taches arrondies, grisâtres ou blanchâtres, qui ressemblent assez bien à des taches de petite vérole : aussi les appelle-t-on des variolites; dénomination insignifiante, parce qu'elle est fondée sur un accident qui est produit par des causes différentes et qui est commun à des substances de diverse nature, et dont le mode de formation est entièrement différent. Ces taches sont produites par la décomposition de certaines parties de la lave; parties qui se composent d'une substance différente de celle de sa masse : le plus souvent ce sont le péridot granuliforme, et des molécules de fer qui y sont disséminées, qui en se décomposant donnent naissance à ces taches. On voit de ces variolites en divers endroits de la coulée de Graveneire; mais surtout dans la partie de cette coulée qui s'est déversée du côté de Beaumont. Ordinairement la masse entière de la lave qui présente cet accident, est en état de décomposition. Il arrive cependant quelquefois que les parties seule-

ment qui renferment ces substances se décomposent; et que le reste du corps de la lave n'éprouve pas ou du moins ne paroît pas éprouver la plus légère altération.

Dans les environs du puy de Crouelle, on trouve également des substances variolitiques : mais elles offrent des différences avec celles dont je viens de parler; elles sont plus dures, plus pesantes; et leurs taches sont dues à des molécules petrosiliceuses. Les variolites des environs de Beaumont tiennent à de gros blocs de lave; les variolites des environs de Crouelle ne se trouvent jamais en grande masse; elles ne constituent que des galets isolés qui ont été roulés par les eaux : leur surface est plus ou moins polie par le frottement. Les molécules minérales dont se forment les taches ne font point communément saillie dans ces pierres, comme on le remarque dans beaucoup d'autres de cette nature. La première fois que j'ai vu ces variolites de Crouelle, j'avoue que je fus très-indécis sur leur nature : je ne savois si je devois les regarder, ou comme une production neptunienne, ou comme une production vulcanienne : tant il est vrai que ces diverses substances, dont le mode de formation est si différent, ont quelquefois la plus grande analogie entre elles : (voyez mes Observations, pag. 63 et suiv.). Je ne crois pas cependant qu'on puisse douter de la volcanisation des variolites de Crouelle. Il est des substances incontestablement volcaniques, dont la texture est la même, qui renferment des molécules pétrosiliceuses. Une autre raison qui prouve qu'elles doivent leur origine aux volcans, c'est que nulle part, dans tout ce pays, il n'existe aucune roche primitive, dont le mode d'agrégation puisse être comparé à celui de ces variolites. Mais sont-elles des produits des volcans an-

ciens ou modernes ? C'est aux volcans anciens qu'elles appartiennent : elles ont le facies qui caractérise leurs produits; et il est des laves anciennes qui ont la plus grande ressemblance avec les substances variolitiques du puy de Crouelle.

Ces variolites devant leur naissance aux volcans, il est à présumer qu'au moins la plupart de celles des autres pays, que l'on regarde comme neptuniennes, sont vulcaniennes. Il paroît du moins certain que les variolites du Drac sont des laves. Tout annonce que plus on étudiera la géologie du globe, plus on se convaincra qu'il est beaucoup de substances dont l'origine est attribuée aux eaux, et que les volcans réclament comme étant de leur domaine. Leur empire est beaucoup plus étendu qu'on ne l'imagine communément. Il est très-probable que des volcans ont brûlé dans des lieux où l'on n'en soupçonne seulement pas des vestiges.

La variolite des environs du puy de Crouelle est à base de cornéenne : elle se casse difficilement, et répand une odeur argileuse, quand on hume dessus. Cependant il est à remarquer qu'il est bien difficile, quand la pâte d'une lave est homogène, de déterminer d'une manière sûre la nature de la roche primitive, qui, élaborée par les agens volcaniques, a donné naissance à cette lave. Qui sait de combien de modifications diverses sont susceptibles des roches soumises à l'action de ces agens ? Qui sait encore quelles sont les modifications que peuvent leur apporter, et les substances gazeuses, et les eaux qui affluent dans le foyer du volcan ? Les roches existantes dans le sein de la terre sont bien loin de fournir tous les matériaux dont se composent les laves : je donnerai ailleurs une plus grande extension

à cette idée. Une lave qui a tous les caractères de la cornéenne peut donc ne devoir pas sa naissance à une roche de corne travaillée par les volcans : mais il suffit qu'elle en offre les caractères, pour que l'on dise qu'elle est à base de cette roche.

Quoique mon intention ne soit pas de vous parler des substances minérales, qui ne se rencontrent point parmi les produits des volcans des monts Dôme, je vous dirai que j'ai trouvé dans cette chaîne la pinite et l'actinote aciculaire. La pinite avoit été trouvée par M. Cocq, commissaire des poudres et salpêtres : mais ce n'est pas dans le lieu qu'il a indiqué pour son gissement, que je l'ai découverte ; c'est à plusieurs lieues de distance de cet endroit. La roche dans laquelle elle existe est feld-spathique schisteuse, renfermant du quartz et un peu de mica : c'est un gneiss. Le quartz y est presque toujours translucide et souvent cristallisé. La pinite aussi affecte ordinairement des formes régulières ; elle cristallise en prisme, dont le nombre des pans varie. Il est assez rare de se procurer des cristaux entiers : cette substance est si fragile, qu'en cassant la roche, elle éclate et se brise. Lorsque la roche est dans un état de décomposition, il arrive, mais très-rarement, que des cristaux isolés se détachent. Il me paroît inutile d'entrer dans le détail des accidens de sa cristallisation, de sa cassure, de sa texture, etc. : cette substance est fort bien décrite dans l'excellent Traité élémentaire de minéralogie, de M. Brochand. La pinite est quelquefois amorphe : mais alors elle n'est qu'en très-petites parcelles. J'imagine qu'elles ne sont point cristallisées, parce que je n'ai distingué en elles aucune forme régulière. La couleur de la pinite est d'un rouge-brunâtre.

La roche dans laquelle elle se trouve me paroît constituer un vaste filon dans les roches granitiques adjacentes: elle est d'un tissu très-compact : lorsqu'elle n'est point en état de décomposition, elle résiste fortement aux efforts du marteau.

La roche dans laquelle j'ai trouvé l'alinote aciculaire, a la plus grande analogie avec celle dans laquelle j'ai rencontré la pinite : la seule différence frappante qu'elle offre, c'est qu'elle est moins schisteuse; elle existe en plus grande masse. Je la crois cependant de formation secondaire ainsi que l'autre. Cette substance n'avoit plus été trouvée dans ce pays-ci. Aussitôt que je serai de retour de mes courses, à Clermont, je me ferai un plaisir et un devoir de vous en envoyer ainsi que de la pinite. J'aime beaucoup à faire part aux autres des substances intéressantes que je recueille dans mes courses minéralogiques, et surtout à des personnes telles que vous.

LETTRE IX.

En remontant du nord au midi, Monsieur, les chaînes volcaniques de l'Auvergne, celle qui vient immédiatement après les monts Dôme, est celle des monts d'Or. Je vous ai esquissé rapidement le tableau des accidens les plus marquans qu'offrent les monts Dôme; je vous exposerai aussi très-succinctement ceux que j'ai observés aux monts d'Or, qui se composent en général de volcans anciens; je vous dirai quelles sont les principales

substances volcaniques que l'on y trouve, et je vous proposerai mes conjectures sur l'emplacement des cratères des volcans; je dis mes conjectures, parce que les cratères sont loin d'être aux monts d'Or aussi prononcés, qu'ils le sont aux monts Dôme.

Les distances qui séparent les monts Dôme des monts d'Or sont peu considérables : les points centraux des deux chaînes sont éloignés tout au plus de trente à trente-cinq mille mètres (six à sept lieues); et par leur parties latérales, elles se touchent même, et se confondent tellement qu'il seroit peut-être difficile de fixer d'une manière précise une ligne de démarcation entre l'une et l'autre. Leur manière d'être paroîtroit par conséquent devoir être la même. Cependant des différences s'observent entre elles; mais ces différences sont bien loin d'être aussi grandes qu'on l'imagine communément; plus même j'étudie ces diverses montagnes, plus je les compare entre elles, et plus je vois se multiplier leurs traits de ressemblance : et si elles étoient peut-être plus parfaitement connues, on ne verroit exister entre elles que des rapports de conformité. L'accident des cratères qui dans les monts Dôme ont de leur existence laissé des traces bien plus marquées, que dans les monts d'Or, tient à des causes purement fortuites. Les détails dans lesquels j'entrerai, vous convaincront de ces vérités importantes, et vous démontreront qu'il n'existe aucune différence essentielle, aucune limite précise entre les monts Dôme et les monts d'Or, entre leurs produits, et par conséquent entre les produits des volcans anciens et ceux des volcans modernes.

Il a existé aux monts d'Or des volcans: pour s'en convaincre, il suffit de les parcourir. Les plus ardens zéla-

teurs du système neptunien ne peuvent s'empêcher d'en convenir, tant est grande la force de l'évidence. J'ai démontré cette vérité dans plusieurs endroits de mes Observations sur les volcans de l'Auvergne : il est inutile de rappeler ce que j'ai dit. S'il a existé aux monts d'Or des volcans, il y a existé nécessairement des cratères; mais les traces de leur existence sont devenues incertaines : aussi les naturalistes ne sont nullement d'accord sur le lieu de leur emplacement. Il est véritablement bien difficile de le fixer d'une manière précise, parce qu'ils ne subsistent plus tels qu'ils se montrent communément. Pour l'ordinaire, les cratères se composent de laves poreuses et scorifiées, s'élèvent au-dessus du sol sur lequel ils se forment, et laissent apercevoir dans leur milieu une excavation plus ou moins grande : ceux du mont d'Or n'offrent aucun de ces caractères : il n'est par conséquent nullement étonnant, comme vous voyez, que leur gissement soit si difficile à déterminer. Je ne crois pas cependant que cela soit impossible.

Tout annonce que les cratères ont dû exister, là où se trouvent des amas plus ou moins considérables de laves poreuses et scorifiées, parce qu'elles s'amoncèlent sur leurs bords; et là où des coulées viennent aboutir comme à un centre, quand on les remonte, parce qu'alors on ne peut pas douter que ce ne soit de ces endroits qu'elles soient parties. Bien convaincu de ces idées, qui sont si vraies, j'ai d'abord remonté plusieurs coulées, par divers points de l'horizon, du côté de Picheraude, de la Tour, de Saint-Sauve, de Murat, de Besse, d'Église-Neuve, etc. Toutes m'ont ramené à la partie centrale de la chaîne, qu'on appelle proprement les monts d'Or, et m'ont ramené à diverses sections de cette

partie centrale. Cependant n'allez pas vous imaginer que ces coulées forment une masse continue, se prolongent par une suite non-interrompue, et vous conduisent comme par la main jusqu'à la bouche du cratère qui les a vomies : ces coulées n'existent que par fragmens, et souvent ils sont éloignés les uns des autres. Les torrens qui descendent de ces montagnes, ont détruit la continuité de ces coulées, de sorte qu'elles ne forment plus que des masses isolées. Ce n'est pas souvent une petite affaire que de recomposer un tout de tous ces membres épars, de savoir reconnoître à quelles coulées peuvent avoir appartenu les diverses portions des coulées qui s'offrent de toute part à vos regards. On est souvent d'autant plus embarrassé, que les coulées ne se dirigent pas constamment vers les mêmes points de l'horizon. Ainsi que tous les fluides, les matières dont elles se composent se sont répandues dans les vallons : eh, qui ignore qu'ils sont, et qu'ils doivent être pleins d'anfractuosités ? Tels sont les effets inévitables des eaux qui les ont creusés : ces anfractuosités des vallons sont telles, que quelquefois, après avoir eu leur cours vers un point de l'horizon, ils prennent une route totalement opposée, et reviennent même sur leurs pas.

Les embarras de la position du naturaliste s'accroissent encore de la nature diverse des laves dont se composent quelquefois les coulées : ces laves offrent souvent les plus grandes différences entre elles dans l'étendue de la même coulée.

Cependant il faut avouer que quand, par une longue habitude d'observation, on est bien familiarisé avec les produits des diverses chaînes, et avec les produits partiels de ces chaînes, que les yeux sont faits à distinguer

leurs diverses nuances, et à les reconnoître à leur air de famille, si je puis m'exprimer ainsi ; l'instinct qui vous dirige alors plutôt que la raison, redresse votre jugement que tout sert à égarer, et vous empêche de vous tromper. Il est certain que non-seulement les produits des diverses chaînes, les plus semblables entre eux, ont quelque trait particulier qui les distingue ; mais encore les produits des diverses coulées : ils ont une physionomie qui leur est propre. Ces différences sont telles, elles sont quelquefois si délicates, et presque si imperceptibles, qu'on les sent, et qu'on est embarrassé de les définir. Mais pour parvenir à distinguer ainsi entre elles les laves, il ne faut pas croire qu'il suffise d'avoir jeté sur elles un coup d'œil rapide et superficiel : il faut les avoir observées long-temps, et souvent, et dans toutes les positions où elles peuvent s'offrir; de manière que l'œil, qui rarement vous trompe, quand il est bien exercé, puisse à l'instant vous décider, et non le raisonnement, qui est toujours long, et qui souvent est d'autant plus incertain, que vous voulez l'asseoir sur une base plus solide. Ainsi les hommes qui vivent sans cesse au milieu des plantes, et qui les cultivent, quoique dirigés par la seule routine, et étrangers à la botanique, les reconnoîtront quelquefois plus sûrement à leur air de famille, que ceux qui ont les connoissances les plus profondes en cette science, mais qui les voient, les fréquentent moins habituellement.

C'est surtout quand les diverses portions des coulées sont separées par de larges et vastes ravins coupés à pic, que vous éprouvez les plus grandes difficultés pour réunir, pour coudre entre eux, si j'ose ainsi dire, les fragmens dont doit se composer la coulée. C'est aussi

alors que vous vous trouvez exposé aux plus grands dangers, lorsque n'écoutant que la passion de vous instruire, et de découvrir quelque vérité utile à la science, vous vous obstinez à escalader, à gravir ces remparts inaccessibles de la nature : je me suis vu suspendu à des hauteurs considérables, ne pouvant avancer ni revenir sur mes pas, forcé de me laisser tomber dans des profondeurs que l'œil osoit à peine mesurer, et de m'abandonner au sort dans ma chute ; je me suis vu assailli par des rochers qui rouloient avec fracas sur moi, parce que d'autres s'étoient écroulés sous mes pas. Oh ! qu'il est des connoissances que l'on achète chèrement !

Vous pouvez assez sûrement suivre les coulées jusques au plateau des monts d'Or, parce que de ce plateau elles se répandent vers les divers points de l'horizon, en divergeant. Mais arrivé à ce plateau qu'on appelle proprement les monts d'Or, vous ne trouvez plus de traces distinctes de coulées. Ce plateau n'est qu'une masse immense de lave : toutes les coulées paroissent dans cet endroit-là s'être mêlées et confondues ensemble. Cependant, malgré cette espèce de cahos, vous pouvez encore vous reconnoître à l'aide des excavations profondes creusées par les torrens ; elles ont mis à nu les coulées que vous cherchez ; il ne faut savoir que distinguer les traits qui les caractérisent.

En remontant ainsi les coulées, je crois avoir reconnu l'emplacement de quatre cratères, dont l'un dans les environs du pic du mont d'Or ; l'autre dans la partie supérieure du vallon qui est au-dessous de Vandé ; l'autre au puy du Mone à l'est-est-nord des puys du Barbier et de la Tache ; l'autre au tournant du chemin qui conduit de l'Usclade au lac de Guéri ; tournant qui regarde

le vallon de Fougère. Ce qui m'a confirmé dans l'idée que des volcans s'étoient allumés dans ces lieux-là, c'est que j'y ai vu des quantités plus ou moins considérables de laves poreuses et scorifiées : ces laves ne sont même nullement altérées dans certains endroits; comme au tournant qui regarde le vallon de Fougère, et au puy de Mone : on les diroit vomies tout fraîchement par les volcans; elles sont si parfaitement conservées, que tout d'abord, quand je les vis, j'imaginai qu'elles devoient leur origine à un volcan moderne, qui s'étoit allumé dans ces lieux : je ne pouvois jamais me persuader qu'elles appartinssent aux volcans anciens; mais mes doutes furent bientôt dissipés. Toutes les observations que j'ai recueillies, m'ont entièrement convaincu que ces laves étoient contemporaines des basaltes qui les environnoient de toutes parts, et qu'elles avoient été vomies par le même volcan, auquel les basaltes devoient leur origine.

Ces laves ont été recouvertes par du basalte : et cet accident est sans doute une des causes qui ont fait qu'elles se sont si parfaitement conservées. Elles étoient à l'abri du contact de l'air, et des vicissitudes de l'atmosphère : et vous savez que ce sont des causes qui influent beaucoup sur la décomposition des substances minérales. La couche basaltique qui leur servoit de toit, se détruit insensiblement : lorsqu'elle ne subsistera plus, elles seront exposées à toutes les influences des agens destructeurs répandus dans l'atmosphère; elles ne tarderont peut-être pas alors à entrer en décomposition. Leur nature poreuse les rend plus susceptibles d'altération. Après un espace de temps plus ou moins considérable, il n'en restera plus de vestiges ; ainsi disparois-

sent les traces de volcanisation ; ainsi elles ont sans doute disparu en plusieurs endroits. Dans combien de lieux divers n'en a-t-il pas peut-être existé ; et dans lesquels maintenant nous en cherchons vainement ! N'y en trouvant plus, nous croyons qu'il n'y en a jamais existé ; et nous nous trompons. La nature aime à placer sur sa route comme des signaux de reconnoissance, afin qu'on puisse suivre sa marche ; elle imprime presque toujours à ses produits quelques traits qui puissent décéler leur mode de formation : ces traits viennent quelquefois avec le temps à s'effacer ; et souvent alors le jugement demeure incertain : mais ce n'est pas la faute de la nature. Lorsque ses ouvrages sont déformés, on ne peut plus les étudier d'une manière aussi sûre ; et il n'est nullement étonnant qu'on parvienne difficilement à reconnoître leur manière d'être originelle. Dans les temps primitifs de leur existence, les produits volcaniques des monts d'Or devoient se montrer avec les traits les plus propres à les caractériser : ils sont devenus moins saillans ; et avec le laps du temps, ils le deviendront encore moins. Dans l'état actuel des choses, leur volcanisation ne peut pas cependant être révoquée en doute : (voyez mes Observations, pag. 131 et suiv.). L'existence seule des laves poreuses et scorifiées, encore assez abondantes aux monts d'Or, la démontre d'une manière évidente.

Les laves poreuses et scorifiées existantes aux monts d'Or n'ont pas toutes, bien s'en faut, la même manière d'être : il en est qui sont isolées, et qui entassées les unes sur les autres forment des masses entièrement incohérentes ; d'autres sont enchâssées dans des basaltes ; d'autres entrent dans la composition de matières tufeuses. On trouve surtout de ces tufs volcaniques, dans

les montagnes environnantes le pic du mont d'Or, au sud et sud-sud-est : ils forment des masses considérables. Tout dit qu'ils sont le résultat des déjections locales du volcan. Les laves qui entrent dans leur composition ne sont nullement émoussées dans leurs angles et leurs arêtes.

Auprès de ces tufs existe une masse considérable argilo-silicéo-ferrugineuse, qu'on appelle ordinairement tripoli : cette roche tripolitienne a été également produite par des déjections du volcan : et comme dans les environs il n'en est point d'autre de cette nature, cette déjection doit nécessairement avoir été locale, et avoir été faite près du cratère. Les matières vaseuses vomies par les volcans, peuvent s'étendre à des distances plus ou moins éloignées : mais quand elles se trouvent en tas isolés, elles indiquent que le cratère est dans leur voisinage. Cette roche singulière dont la description n'entre point dans le plan des lettres que je vous écris, est évidemment un produit des volcans ; toutes les substances minérales qui l'environnent, et dans lesquelles elle est comme enchâssée, sont volcaniques : comment ne le seroit-elle pas aussi. Dans quelques-uns de ses fragmens on trouve des cellulosités : cet accident peut-il laisser aucun doute sur sa volcanisation ? Le ton de couleur ordinairement d'un rouge vif très-intense, et de brunâtre foncé des surfaces extérieures des dalles de cette roche, dont la texture est schisteuse, annonce aussi que les matières dont elle se compose ont été soumises à l'action des feux volcaniques, et modifiées d'une manière particulière par eux : et c'est sans doute à cette altération, que sont dûs les usages de ce tripoli dans les arts. Il est de ces dalles qui ont une couleur bleuâtre ; mais

elles

elles sont assez rares. Toutes ces couleurs qui offrent beaucoup de nuances différentes, sont produites par les diverses altérations du fer, et par ses diverses combinaisons avec l'oxigène. J'ai été long-temps indécis sur le mode de formation de cette roche : j'avois cru qu'elle avoit brûlé sur place; des observations plus exactes m'ont appris qu'elle doit son origine à des déjections locales du volcan : vous jugez cependant combien une roche qui est composée de pareilles matières, pouvoit être aisément prise pour une roche chauffée sur place.

Ainsi tout concourt à fixer un cratère dans cette partie des monts d'Or. Une excavation vaste, profonde, à forme arrondie, que l'on y voit, ajoute un nouveau degré de certitude à cette opinion.

LETTRE X.

Le nom lui-même que porte une vallée qui prend naissance au pic du mont d'Or, qu'on nomme la vallée d'Enfer, me paroît encore, Monsieur, une nouvelle preuve, que dans cet endroit devoit exister un cratère. Comment auroit-on donné à ce lieu un tel nom, s'il n'eût vomi des flammes et de la lave embrasée ; s'il n'y eût eu une bouche de volcan ? Les dénominations vulgaires des lieux sont plus instructives que l'on ne pense, sur leur nature : elles rappellent souvent leur histoire effacée des monumens des hommes ; elles sont fondées presque toujours sur quelque événement important. Ceux qui ont imposé ces dénominations locales pouvoient être

étrangers aux sciences ; mais ils avoient des sens, et cela suffisoit en général. Plus je cherche à connoître les raisons qui ont pu déterminer les noms vulgaires des lieux, plus je les trouve caractéristiques de leur manière d'être. Voyez comme, dans tous les pays, les endroits où brûlent des volcans ont reçu des dénominations expressives : ainsi, dans la Sicile, où brûle depuis une longue série de siècles le plus grand et le plus terrible volcan de l'Europe, qu'on appelle Etna, on a donné le nom de vallée de Démona ou de vallée des Démons, à une vallée qui est le principal théâtre de ses fureurs. Partout le peuple croit que les volcans sont l'habitation des démons, et la bouche des enfers : et partout c'est le peuple qui donne aux divers lieux les noms qui les caractérisent : aussi ces dénominations sont appropriées à ses préjugés. Vous avez remarqué sans doute l'analogie entre ces deux dénominations de vallée des Démons, et de vallée des Enfers : et cette analogie frappante ne fait-elle pas conclure que des noms qui sont les mêmes, qui rappellent les mêmes idées, expriment les mêmes choses ; et que la vallée des Enfers n'a été ainsi appelée, que parce qu'un volcan, et sans doute un grand volcan y brûloit.

Je remarquerai à ce sujet qu'en Auvergne il existe plusieurs endroits, qui portent des noms à peu près semblables, ou qui réveillent des idées de volcanisation ; tels que ceux de côte d'Enfer, de puy d'Enfer, de Tartaret ou petit Tartare, de Montcha, de Montché, de Charmont, ou Montchaud ou enflammé, etc. : or toutes ces dénominations sont exactes et vraies, et conviennent parfaitement aux lieux auxquels elles ont été données ; car tous ont été des volcans. Comment donc se feroit-il

que la dénomination de vallée des Enfers ne fût pas bien appropriée à cet endroit-là, et qu'elle n'indiquât pas ce qu'elle indique naturellement? Les autres dénominations ne pouvant pas être soupçonnées d'erreur, celle-là ne peut pas l'être non plus. Quand on rapproche tous ces divers noms, qui ont une si grande analogie entre eux, il est impossible de ne pas voir que ce sont des circonstances locales qui les ont fait donner; et que puisque tous les lieux, excepté un seul, sont encore profondément marqués du sceau qui justifie les noms qui les caractérisent, la dénomination donnée à ce lieu-là est également exacte; et que quoique les titres sur lesquels elle est fondée soient maintenant un peu effacés, ils ont été autrefois hors de tout doute.

De ces diverses dénominations, qui expriment, d'une manière si énergique, que dans les lieux auxquels elles ont été données brûloient des volcans, j'en conclus un grand fait géologique, sur lequel je reviendrai peut-être ailleurs; savoir, que ce pays étoit habité, lorsque les volcans se sont allumés, ou du moins lorsqu'ils brûloient encore. Jamais de pareils noms n'eussent été donnés à ces lieux-là, si on n'étoit venu s'établir dans cette contrée qu'après l'extinction des volcans: il est des noms qui supposent des images présentes des choses; il est des noms qui ne peuvent être inspirés que par l'impression forte et profonde que font sur nous les objets. En supposant les volcans brûlant encore lorsque ces noms ont été imposés, ces noms réveillent des idées vraies et justes: il n'en est plus ainsi, si les volcans étoient éteints. Qu'eût signifié le nom de vallée des Enfers, donné à un lieu où un volcan n'auroit pas brûlé? Ce nom-là si énergique dit hautement que le volcan y brû-

loit encore, lorsqu'il lui a été donné. Les noms non moins expressifs de puy de l'Enfer, de Tartaret, de Montchaud, etc. etc., ne permettent seulement pas de douter un instant, que les noms ne soient contemporains de l'existence de ces volcans. Comment auroit-on appelé puy de l'Enfer, un puy qui n'auroit vomi aucune flamme; Montagne chaude, enflammée, une montagne de laquelle n'auroient point jailli des feux? La lave étoit appelée pierre brûlée : l'auroit-on désignée par une expression si vraie et si énergique, si on n'avoit pas été témoin de son origine? Non, de telles absurdités ne se conçoivent pas : et si jamais des noms ont été désignatifs de la nature des choses, ce sont ceux-là.

Les hommes qui dans les temps éloignés venoient les premiers s'établir dans un pays, étoient sans doute étrangers aux sciences : il n'y avoit que les phénomènes de la nature qui frappoient leurs sens, qui pouvoient réveiller leurs esprits. Les résultats du travail des volcans, les coulées auxquelles ils avoient pu donner naissance, leurs cratères composés des laves les plus scorifiées, ne les auroient pas assez éclairés sur la nature des volcans, pour leur faire imposer aux lieux où ils avoient brûlé, les noms qu'ils leur donnoient. Tous ces objets ont été pendant long-temps sous les yeux des habitans de l'Auvergne; et ils ne soupçonnoient seulement pas sa volcanisation : et cependant les traces de volcanisation qui subsistent encore, sont presque aussi fraîches qu'elles pouvoient l'être, lorsque les volcans brûloient. Les noms si expressifs, si énergiques qui avoient été donnés aux lieux où les volcans s'étoient allumés, ainsi qu'à leurs produits, s'étoient conservés dans l'idiome du peuple : mais ces noms ne disoient plus

rien; ou on n'y attachoit que des idées insignifiantes, fausses et ridicules. La tradition du sens de ces mots, de leur véritable signification, s'étoit entièrement perdue : ainsi on croyoit que la vallée des Enfers avoit été ainsi nommée, parce qu'elle est scabreuse; que le puy des Enfers avoit été ainsi appelé, parce qu'on ne pouvoit pas en approcher sans danger à cause de la terre mouvante qui est dans ses environs; ainsi on croyoit que la pierre brûlée empruntoit son nom de sa couleur noirâtre ou de sa légéreté, qui est ordinairement plus grande que celle des autres pierres. Ceux-là donc qui imaginent que la tradition de la volcanisation de ce pays s'étoit conservée, parce que les mots qui l'expriment avoient été conservés, se trompent beaucoup. Il n'y a qu'une cinquantaine d'années que l'on sait qu'il y a eu des volcans en Auvergne. (Voyez mes Observations, pag. 26 et suiv.).

Il est d'autres preuves qui attestent que ce pays étoit habité lorsque les volcans ont brûlé : mais ce n'est pas ici le lieu de les rappeler. Sous une coulée basaltique, du côté de Montégu-le-Blanc, il a été découvert un os par M. de Lezers : je l'ai vu moi-même gissant dans le lieu où il avoit été trouvé; et c'est à M. Mayran, notaire à Montégu, que j'en suis redevable. Il étoit impossible de distinguer à quel animal et à quelle partie du corps il appartenoit : il étoit enchâssé dans une couche argilo-ferrugineuse, sur laquelle reposoit le basalte. Il tomboit entièrement en décomposition.

Si lorsque les volcans se sont allumés, l'Auvergne étoit habitée, comme tout l'annonce, il suit que la mer qui originellement avoit couvert tout le globe et avoit abandonné ce pays, y est venue depuis faire une irrup-

tion. Il est évident que ce n'est pas à l'origine des choses, lorsque tout le globe étoit submergé sous les eaux de la mer, que ce pays-ci a pu être habité. Ce n'est donc que depuis la première retraite des eaux de la mer, que les hommes ont pu s'y établir : or, puisque les monumens de la nature attestent que la mer y est venue lorsqu'il étoit habité, on doit nécessairement conclure qu'après l'avoir abandonné originellement, elle y a fait une irruption. Les volcans sont ces monumens qui nous apprennent ce grand fait géologique ; puisque, lorsqu'ils se sont allumés, tout dit que ce pays étoit habité ; et que l'espace de temps qui s'est écoulé entre leur inflammation et la retraite des eaux de la mer, n'a pu être que très-court. (Voyez mes Observations, pag. 112 et suiv.).

Une autre induction importante pour la géologie, c'est qu'il devoit exister dans ce pays des vallées, lorsque les eaux de la mer sont venues y faire une irruption : il y avoit des montagnes ; donc il y avoit des rivières ; il y avoit donc des vallées. Quelques-unes ont survécu au débordement des eaux de la mer : d'autres ont été comblées par ses dépôts. Il peut être qu'elle en avoit laissé aussi dans celles qui subsistent encore : mais après que la mer se fut retirée, les eaux pluviales qui s'y répandirent, en balayèrent tellement le sol, qu'il n'y en reste plus de traces.

La géologie de la terre ou l'histoire des grandes révolutions qu'elle peut avoir éprouvées, n'est gravée nulle part en caractères aussi lisibles, aussi frappans, que dans les pays qui ont été bouleversés par des volcans : les traces des diverses époques de la nature sont plus profondément empreintes dans ces pays-là : c'est à leur

école par conséquent qu'il faut chercher à s'instruire des grands événemens du globe, qu'il faut étudier les fastes de la terre. Mais si nous voulons recueillir des fruits utiles de ces importantes études, si nous sommes véritablement jaloux d'acquérir des connoissances vraies et dignes de la nature; mettons-nous au-dessus de toute espèce de prévention pour des systèmes, et laissons-nous guider par le pur amour de la vérité. Vainement nous interrogerons la nature; vainement même elle répondra, elle fera entendre ses oracles, si nous voulons être sourds à sa voix. Pour que ses leçons soient profitables, il faut savoir encore lier les phénomènes qu'elle nous offre, et remonter à leurs causes.

LETTRE XI.

Quoique je ne vous indique, Monsieur, que quatre volcans existans aux monts d'Or, il est cependant à présumer qu'il y en a existé d'autres. Je croirois volontiers qu'il s'en est allumé aussi dans la plaine qu'on appelle brûlée, dans le voisinage de Monot-haut, et dans les environs de la Croix-Morand : dans ces diverses parties des monts d'Or, j'ai trouvé également des laves poreuses, et quelquefois en assez grandes quantités : mais ces laves étoient éparses sur le sol; rien n'annonçoit qu'elles avoient pris naissance avec lui : elles auroient pu aisément y être entraînées par les eaux; c'est pour cela que je n'ai pas cru pouvoir fixer mon jugement sur le gissement de ces volcans. Les opinions que l'on embrasse doivent reposer

sur quelque base solide; les conjectures elles-mêmes que l'on hasarde, doivent pouvoir satisfaire la raison. Si ces endroits dans lesquels j'ai aperçu ces laves éparses sur le sol, en recéloient dans l'intérieur, je ne douterois plus alors qu'il ne se fût aussi allumé là des volcans : mais je n'ai pu rien découvrir qui l'indiquât.

D'après ce que je vous ai dit, vous avez jugé peut-être que les divers volcans dont je vous ai parlé, avoient chacun un foyer particulier; et véritablement ceux-là seuls devroient être appelés volcans : ceux qui n'ont qu'un foyer commun ne sont que des soupiraux d'un même volcan. Voilà pourquoi, en vous décrivant les monts Dôme, je vous ai fait remarquer qu'il ne falloit pas croire que dans cette chaîne il y eût eu autant de volcans différens qu'il y avoit eu de montagnes volcaniques produites. Cependant cette manière de s'exprimer ne seroit peut-être pas absolument vicieuse, en parlant des monts Dôme, parce que dans cette chaîne il n'y a pas eu de foyer principal de volcanisation. Mais aux monts d'Or il n'en est pas ainsi; il y a eu un foyer principal : tout même annonce qu'il a été très-considérable. A la distance de sept à huit mille mètres environ, et même quelquefois davantage dans certains endroits, du pic de Sanci ou du mont d'Or pris comme centre, dans tous les vallons vers quelque point de l'horizon qu'ils se dirigent, vous ne trouvez dans les plus grandes profondeurs que des produits volcaniques : nulle part dans toute cette vaste enceinte qui a une forme ellipsoïdale ou se rapprochant de la forme elliptique, dont le plus grand diamètre est du sud au nord, dans toute cette vaste enceinte, dis-je, malgré toutes les recherches que j'ai faites, il ne m'a pas été possible de découvrir le plus

léger vestige de roche primitive ou préexistante à l'inflammation des volcans. Toute cette étendue de terrein n'est qu'un amas immense de lave qui s'élève à de grandes hauteurs, et qui s'enfonce à des profondeurs inconnues; sans doute très-grandes, puisque les excavations les plus profondes creusées par les torrens n'ont pas pu mettre à nu la base sur laquelle elle repose; jugez de la quantité immense de lave que recèle ce seul espace, qui forme le principal plateau des monts d'Or? Les roches primitives ne se montrent qu'au delà de ce plateau. Ces roches sont toutes granitiques; mais offrant beaucoup de différences entre elles dans leur texture, dans leur dureté, dans l'époque de leur formation; il en est de primitives, et de secondaires. Elles environnent, ceignent de toutes parts la masse volcanique : ce qui porte à croire que les volcans des monts d'Or se sont allumés dans le sein des roches granitiques. Il est à présumer que les roches intérieures existantes dans les entrailles de la terre sont granitiques, ainsi que celles qui sont au dehors.

Tout ce vaste espace rempli de produits volcaniques me paroît avoir été occupé par un cratère de volcan. Il est bien difficile autrement d'expliquer pourquoi, dans une étendue de terrein si considérable, et d'un pourtour presque elliptique, vous ne voyez que des produits volcaniques : j'avoue que sur le mode de formation de ce sol, qui n'est qu'un amas immense de lave, comme je l'ai déjà dit, mon opinion a été long-temps incertaine. Les vallées anciennes étant plus vastes et plus profondes que les vallées modernes, et la lave s'enfonçant à de grandes profondeurs; j'avois cru que c'étoit une por-

tion de vallée ancienne, qui avoit été entièrement comblée de produits volcaniques : mais une portion de vallée ancienne n'auroit pas été ainsi creusée, ne présenteroit pas une forme ellipsoïdale d'une si grande étendue. A ce trait-là on ne reconnoît pas le travail des eaux; et surtout quand on réfléchit que dans cette chaîne il existe des vallées anciennes qui ne peuventpas faire conjecturer la possibilité de l'existence d'une pareille vallée : les vallées anciennes existantes n'ont pas plus de cinquante toises de largeur. Forcé de renoncer à cette opinion, j'imaginai que dans cet espace il s'étoit fait un affaissement de sol supérieur dans des excavations souterraines; et que toute cette étendue de terrein avoit été remplie par de la lave : mais cet affaissement n'auroit pu être que le résultat d'une explosion volcanique; il supposoit donc dans les lieux environnans l'existence des volcans. J'ai observé que de pareils affaissemens ne s'opèrent jamais dans les lieux où sont établis leurs foyers : ce n'est que dans les endroits plus ou moins distans de ces foyers qu'ils sont produits. Nous verrons qu'il s'est fait aux monts d'Or de pareils affaissemens, et qu'ils sont toujours plus ou moins éloignés du foyer des volcans. Or, au delà de cette enceinte on ne trouve point de traces de volcan : d'où seroit donc parties les diverses coulées de lave qui ont inondé tout cet espace, et qui se sont répandues dans tous les endroits circonvoisins ? Si on suppose que les cratères des volcans ont existé dans cet emplacement, alors cette opinion rentre dans celle que j'ai adoptée : et vous jugez que pour établir la vérité de cette opinion, il est indifférent que dans tout cet espace il y ait eu plusieurs cratères, ou qu'il n'y en

ait eu qu'un. Je vous ai dit pourquoi je n'admettois que l'existence d'un seul cratère.

Ce qui prouve encore qu'aux monts d'Or il n'y a eu qu'un seul volcan et un seul cratère, c'est qu'un lieu seul y porte un nom propre à rappeler un pareil souvenir. Des noms divers ont été donnés à toutes les parties un peu marquantes des monts d'Or, pour les distinguer les unes des autres: tous ces noms-là, excepté un seul, sont entièrement insignifians, et ne peuvent se rattacher à aucune idée volcanique. Puisque le lieu où tout dit qu'a brûlé un volcan, a été caractérisé par un nom si énergique que celui de vallée des Enfers, il est à croire que si aux monts d'Or il s'étoit allumé d'autres volcans, les lieux où ils auroient existé, seroient encore désignés par quelque dénomination singulière, propre à indiquer leur existence. Si la nomenclature des noms locaux des monts d'Or ne vous offre qu'un seul de ces noms, capable de réveiller dans votre esprit des idées de volcanisation, c'est donc parce qu'il n'y a existé qu'un seul volcan. Ainsi il n'y a dans la Sicile qu'une seule vallée de Démona, parce qu'il n'y a qu'un seul volcan, qui est celui de l'Etna.

Il ne faudroit pas mesurer, comme vous voyez, la grandeur de la circonférence du cratère du mont d'Or sur celle des cratères des monts Dôme, dont les plus grands n'ont guère que 1000 à 1200 toises environ: mais ces cratères ne peuvent donner qu'une idée très-imparfaite de la grandeur des cratères des volcans, parce que dans cette chaîne n'y ayant pas eu de foyer principal, tous ces cratères qu'on y voit n'ont été produits que par des explosions volcaniques fugitives, instantanées. Le foyer du volcan se déplaçant sans cesse, les cratères ne

pouvoient être nécessairement que petits, parce que les cratères qui ne doivent leur naissance qu'à une seule explosion, ne peuvent en général qu'être resserrés dans des bornes très-étroites. Il n'en est pas ainsi lorsque le foyer des volcans est fixé ; alors toutes les explosions volcaniques partent de cet endroit-là : mais comme mille accidens divers occasionnent toujours quelque léger déplacement dans le foyer des volcans, les explosions ne s'opèrent pas exactement dans le même lieu; elles s'écartent plus ou moins les unes des autres. Les bouillonnemens d'un liquide renfermé dans un vase fortement chauffé, se produisent en mille points différens de sa surface. Ainsi se multiplient les cratères partiels; ainsi s'agrandit le cratère principal, qui se compose de tous ces cratères partiels. Il est facile de voir que si les explosions diverses qui ont lieu sont abondantes, si elles sont nombreuses et un peu distantes les unes des autres, mais cependant assez rapprochées pour que les cratères, sans se confondre dans un seul, ne soient pas entièrement isolés, il est facile, dis-je, de voir qu'alors le cratère principal doit occuper un espace considérable. Dans la chaîne des monts Dôme, des montagnes volcaniques ont donné naissance à deux explosions : leur cratère est bien plus grand que celui des montagnes, qui n'ont donné naissance qu'à une seule explosion. Le cratère du Vésuve, qui n'est pas un volcan considérable, a cependant trois à quatre cents toises de diamètre. Celui de l'Etna est bien plus grand; son diamètre, qui varie de grandeur, est quelquefois d'environ quatre mille mètres (deux mille toises). Les cratères des volcans de la partie méridionale de l'Amérique sont, dit-on, plus considérables encore. Parmi les volcans qui brûlent il

en est par conséquent, comme vous voyez, dont les cratères sont bien plus grands que ceux des monts Dôme, et se rapprochent de celui des monts d'Or. Or, si des cratères des volcans modernes ont une pareille grandeur, on ne doit pas trouver extraordinaire que le cratère des monts d'Or ait la mesure, l'étendue que je lui ai assignées. Tous les naturalistes conviennent, et toutes les observations nous apprennent, que les cratères des volcans anciens sont bien plus vastes que ceux des volcans modernes. La grandeur des cratères est en rapport avec la grandeur des volcans; et tout annonce que quelque considérables que soient les volcans en activité, les volcans anciens l'ont été bien davantage encore. On peut juger de la grandeur des volcans par leurs déjections : et les déjections des volcans anciens surpassent en masse celles des volcans modernes. J'ai lu que le diamètre d'un volcan ancien avoit deux lieues et demie. Des cratères aussi immenses que ceux-là ne sont pas ordinairement produits tels dans l'instant, comme je l'ai déjà dit; ils n'acquièrent une pareille grandeur que successivement.

LETTRE XII.

L'EXISTENCE d'un cratère de cette étendue aux monts d'Or, fait présumer, Monsieur, qu'il n'y a eu dans cette chaîne de montagnes qu'un foyer volcanique; qu'il n'y a eu par conséquent qu'un cratère principal. Dans cette vaste enceinte auront pu se former divers cratères : mais tous se réunissant à un même centre, ayant entre

eux des points de contact, puisant leur origine dans le même foyer, reposant sur les mêmes fondemens, sont censés ne constituer qu'un seul cratère. Ainsi dans le sein de la terre, des eaux plus ou moins abondantes sont rassemblées dans un même bassin; et vous les voyez cependant sourdre, jaillir en plusieurs endroits divers, mais rapprochés les uns des autres. Une source donne naissance à plusieurs petites sources; et toutes ces petites sources ayant une origine commune, sont censées n'en constituer qu'une seule. Sur les flancs du Vésuve et de l'Etna, s'élèvent plusieurs cratères; mais ces divers cratères n'en composent qu'un seul, qui est celui du Vésuve et de l'Etna. Tant que la bouche du volcan demeure toujours la même, tant que le foyer du volcan demeure circonscrit dans le même espace, que le foyer est censé le même, son cratère est un. Des explosions pourront avoir lieu dans différens points de la base, et des parties latérales du cratère déjà formé : tous ces cratères n'en constitueront qu'un seul. Ainsi ces volcans divers que je vous ai dit s'être allumés dans la chaîne des monts d'Or, appartiennent à un seul et même volcan: ils se trouvent dans la sphère d'activité du volcan principal; on doit donc les regarder comme produits par lui; ils ne peuvent donc pas être séparés de lui. Un grand volcan doit avoir une grande sphère d'activité : si elle étoit circonscrite dans un espace resserré, où pourroit-il puiser les matières nécessaires pour son aliment? Les volcans dont je vous ai parlé se sont allumés à des distances trop peu considérables les uns des autres, pour pouvoir imaginer qu'ils aient eu des foyers distincts et séparés.

Il est à remarquer qu'au delà de l'enceinte dans laquelle

je vous ai dit que je croyois que s'étoient circonscrits les volcans dont je vous ai parlé, je n'ai point trouvé de traces d'autres cratères, quelques recherches que j'aie pu faire : c'est ce qui me fait présumer qu'au delà de ces limites, il ne s'est point allumé d'autres volcans. Je sais que des naturalistes regardent des lacs qui existent dans la chaîne des monts d'Or, comme ayant été des bouches de volcan : mais ce n'est nullement mon opinion : je vous parlerai ailleurs de ces lacs.

Il pourroit même se faire que les laves poreuses que j'ai observées dans ces divers endroits, n'appartinssent pas à des volcans particuliers qui s'y seroient allumés, et ne fussent que des restes du cratère principal. Les parties supérieures auroient disparu; et les parties inférieures seules, celles qui étoient gissantes sur le sol, se seroient conservées et subsisteroient encore au moins dans quelques parties du cratère. La bouche du volcan ayant une très-grande étendue, il ne seroit pas alors étonnant que ces monceaux de laves se trouvassent très-distans les uns des autres. Au demeurant, on ne peut que hasarder des conjectures sur la véritable manière d'être des cratères des anciens volcans, parce que les traits qui pourroient nous faire reconnoître leurs formes antiques, sont entièrement effacés : mais les restes qui subsistent encore, quoique insuffisans pour nous apprendre comment ils étoient dessinés, suffisent pour nous instruire du lieu de leur gissement; et c'est ce qu'il y a de plus important pour nous à savoir. Ces laves poreuses amoncelées de loin en loin, sont des monumens que la nature conserve pour nous instruire de la géologie si intéressante des monts d'Or; ce sont des signes indicateurs de la route que le naturaliste doit suivre

dans ses recherches, et comme des jalons sur lesquels il doit fixer particulièrement ses regards.

Il seroit sans doute bien intéressant de voir debout encore les cratères des anciens volcans, surtout si leur élévation et leur masse avoient été en rapport avec leur base qui étoit si vaste, et si leurs formes colossales étoient bien régulières et bien symétriques : quel superbe spectacle ils offriroient ! Le cratère de l'Etna en impose par son étendue, par son élévation, par ses formes, par les divers accidens qu'il offre : je ne doute nullement que le cratère des monts d'Or ne fût plus majestueux. Combien aussi les plus beaux monumens des hommes seroient petits près d'un pareil monument de la nature ! La seule image que l'on s'en fait, élève l'âme. Les impressions que feroit sur elle la vue de ce cratère, seroient bien plus grandes encore : ce qui frappe nos sens nous emeut bien autrement, bien plus puissamment que ce que nous ne faisons que concevoir, que ce que l'imagination nous retrace. Mais ce coup d'œil, quelque beau, quelque majestueux qu'il pût être, n'ajouteroit rien à la science et n'ajouteroit presque rien à la conviction de l'existence du cratère dans ce lieu-là. Il nous donneroit des idées grandes du travail et de la puissance de la nature; mais les instructions qu'il pourroit nous donner seroient peu importantes. J'avoue cependant que j'ai peine à croire que, quoique la base du cratère fût très-considérable, sa masse fût très-grande : tout annonce même qu'elle ne le fut pas. Toujours la masse du cratère, ainsi que son élévation, ne sont pas en rapport avec l'étendue de sa base : l'étendue de la base est même quelquefois un obstacle à ce que son élévation soit considérable; il doit perdre en hauteur ce qu'il

gagne

gagne en surface. Les laves étant disséminées dans un grand espace, ne peuvent pas s'élever à de grandes hauteurs.

Puis on imagine communément que tous les volcans ont des cratères; que dans tout le pourtour de leur bouche se sont amoncelées des laves poreuses et scorifiées; mais c'est un faux préjugé : en général sans doute il se forme des cratères autour de la bouche des volcans; mais tous les volcans n'ont pas de cratère. Dans la chaîne des monts Dôme, il en existe dans lesquels on n'en aperçoit seulement pas de vestige : Graveneire a été un volcan considérable qui a donné naissance à une grande coulée; il n'offre aucune trace de cratère. Au puy St.-Romain, sur une coulée basaltique, non loin du beau château de Chalendra, appartenant à M. Onzelou, s'est allumé un volcan qui a produit également une coulée; et il ne paroît aucun vestige de cratère : il en est ainsi au puy de Coran, etc. Qu'on ne dise pas que des accidens particuliers ont fait disparoître ces cratères : tout dit qu'il n'en a jamais existé; et quand on réfléchit, on sent parfaitement bien qu'il peut exister des volcans, sans qu'il se forme de cratères. Pour qu'il s'en forme, il faut que les laves projetées par le volcan, se répandent dans tout le pourtour de sa bouche; il faut qu'il s'en déverse des quantités à peu près égales, vers toutes les parties qui environnent l'excavation produite par l'explosion du volcan; il faut que le mouvement qui est imprimé aux laves, les porte à aller en divergeant du centre à la circonférence; et il faut que ce mouvement ne soit pas trop fort pour les entraîner à de trop grandes distances de la bouche du volcan : or, il est facile de voir qu'il est très-possible que toutes ces conditions néces-

saires pour la formation d'un cratère ne soient point remplies; que le mouvement imprimé aux laves les rejette toutes d'un côté, ou les porte à des distances éloignées : il est évident qu'alors il ne se formera point de cratère; et personne ne peut disconvenir que de pareils accidens ne soient dans l'ordre des choses possibles. C'est à de telles causes qu'il faut attribuer la non-existence du cratère de Graveneire. A 1400 ou 1600 mètres à l'est-est-sud de cette montagne, on trouve des quantités immenses de laves poreuses et scorifiées : je ne doute nullement qu'elles n'aient été jetées là par le volcan ; et qu'elles ne soient les matériaux avec lesquels la nature se proposoit de construire le cratère de ce volcan, si leur mode de projection n'avoit mis un obstacle invincible à l'exécution de son plan. La non-existence d'un cratère dans un volcan n'a donc rien d'étonnant: leur existence est au contraire plus étonnante aux yeux de celui qui réfléchit sur la manière dont ils doivent être produits, et sur les circonstances dont le concours est nécessaire pour leur formation. S'il peut exister, et s'il existe dans la chaîne des monts Dôme des volcans sans cratères, on peut supposer que ceux des monts d'Or n'en ont pas eu non plus; et s'il n'y a point existé de cratères, il n'est pas surprenant qu'il n'y en existe pas.

Tout d'ailleurs annonce que les volcans des monts d'Or n'ont pas donné naissance à des quantités considérables de laves poreuses et scorifiées. Lorsqu'ils ont brûlé, la terre étoit détrempée jusqu'à de grandes profondeurs par les eaux de la mer qui y avoient séjourné; et les feux volcaniques n'avoient pas assez de prise sur elle, ne pouvoient pas exercer sur elle une assez forte action, pour produire de grandes quantités de laves

poreuses et scorifiées : or si ces laves n'ont pas été bien abondantes, elles n'ont pas pu former d'immenses cratères. Il est aussi à présumer que les volcans des monts d'Or n'ont pas brûlé long-temps : (voyez mes Observations, pag. 105 et suiv.) : le court séjour des eaux de la mer dans ce pays, leur retraite rapide, et divers autres accidens induisent à le croire. Mais si la durée de l'existence des volcans n'a pas été bien longue, ils ne peuvent pas non plus avoir donné naissance à de grandes quantités de laves poreuses et scorifiées, et par conséquent à des cratères immenses. Des cratères de cette nature peuvent sans doute se former dans un court espace de temps par des déjections abondantes et continues de scories; mais ces accidens sont rares : en général, de tels cratères exigent un long temps pour leur formation. Vous jugez par conséquent qu'il n'est nullement étonnant que vous ne trouviez point aux monts d'Or d'immenses quantités de laves poreuses, ni de cratères qui s'élèvent au-dessus du sol à une hauteur plus ou moins considérable; puisque tout porte à penser que jamais il ne s'y est formé un pareil cratère. Mais, en supposant qu'il y eût existé, on peut concevoir encore comment il n'existe plus : alors il faut qu'il soit retombé sur lui-même, et qu'il ait été englouti dans les gouffres du volcan; et de pareils accidens ne sont pas même rares : une commotion forte imprimée à la base sur laquelle repose un cratère, l'ébranlera entièrement sur ses fondemens; et n'ayant plus d'assiette fixe, il doit nécessairement tomber en ruine et s'écrouler; et si la bouche du volcan est ouverte, il s'ensevelira dans les abîmes. Quand un fait est incontestable, et que cependant il présente quelque accident extraordinaire, comme des

aberrations, il faut chercher comment ces anomalies peuvent avoir été produites : il faut par conséquent avoir recours à des suppositions pour les expliquer : et quand ces suppositions n'ont rien que de vraisemblable, qu'elles sont conformes à la marche de la nature, on doit alors se décider à les adopter. Des volcans, et des volcans considérables, qui selon toutes les apparences n'en constituent cependant qu'un seul, se sont allumés aux monts d'Or : c'est un fait dont il est impossible de douter : toutes les probabilités se réunissent pour fixer l'emplacement des cratères ou du cratère, à l'endroit que je vous ai indiqué ; cependant on n'y trouve point un cratère immense ; on n'y en trouve même pas : on n'y trouve que des quantités peu considérables de laves poreuses et scorifiées. Ces divers accidens sont autant d'exceptions aux lois ordinairees de la nature ; ces exceptions ont été produites par quelques causes : ces causes, il faut les chercher et les assigner. Celles que je vous indique me paroissent très-probables.

Mais dans l'endroit où je présume qu'a été formé le cratère du volcan, on ne distingue pas même de vestige de cette excavation plus ou moins profonde que l'on aperçoit dans la partie centrale de tous les cratères : comment cela peut-il être ? Le cratère a dû être entièrement rempli par les matières qu'a vomies le volcan ; par les coulées auxquelles il a donné naissance ; surtout par celles qu'ont produites les volcans secondaires, qui se sont allumés dans sa sphère d'activité. Cette explication-là me paroît encore très-satisfaisante. Un volcan s'est allumé : dans son pourtour il s'en est allumé un autre ; la coulée qui est partie de celui-ci, a pu se déverser dans le cratère du premier et l'encombrer entiè-

rement. Un troisième s'est allumé : sa coulée aura comblé le cratère du second ; ainsi successivement. Que deux volcans s'allument simultanément ; ce qui est très-fort possible : ou pour mieux dire que des explosions et des déjections de matières volcaniques et de coulées aient lieu par deux endroits différens, mais correspondans : on conçoit que les deux cratères peuvent s'encombrer réciproquement. On conçoit que quoique des volcans aient brûlé dans ces lieux, il sera impossible cependant de distinguer des vestiges d'excavation du cratère ; que tout au plus on apercevra de loin en loin quelques monceaux de laves poreuses et scorifiées, monceaux qu'on pourra regarder comme des restes de cratère : et c'est ce que l'on observe aux monts d'Or. Il est à remarquer que c'est peut-être lorsque les bouches des volcans ont été fermées, que, les substances aériformes renfermées dans leurs abîmes, n'ayant plus un passage libre au dehors, le foyer qui les alimentoit a été transporté ailleurs. Cette dernière observation me paroît importante. Mais, dira-t-on, ce ne sont que des suppositions : oui, sans doute, ce ne sont que des suppositions ; mais peut-on avoir recours à autre chose qu'à des suppositions, pour expliquer de pareils accidens. Lorsque les faits et les observations se taisent, on ne peut appeler à son secours que des hypothèses, quand on veut remonter aux causes des choses : et encore une fois, quand ces hypothèses se lient à d'autres phénomènes que l'on remarque dans la nature, elles sont probables ; et on doit les admettre, jusqu'à ce qu'on en propose de plus probables.

Quoi qu'il en soit de ces diverses conjectures que j'ai hasardées, il est toujours vrai de dire, comme je l'ai déjà remarqué, que les monceaux de laves poreuses et

scorifiées ou restes de cratère qui subsistent, nous apprennent ce que nous avons le plus d'intérêt à savoir, que dans les lieux où ils se trouvent, il a existé un cratère, et un cratère d'une très-vaste étendue; qu'il s'y est allumé par conséquent un volcan auquel sont dûs tous ces produits, dont se composent ces montagnes. Plus on les parcourt avec attention, avec un esprit libre de tout préjugé, plus on les étudie; et plus on acquiert une conviction intime de cette vérité importante, que toutes les substances minérales qui entrent dans leur formation, doivent leur origine aux volcans : c'est pour cela que ces montagnes sont une source intarissable d'instruction pour le minéralogiste et pour le géologiste; c'est pour cela qu'il est impossible que celui qui ne jette sur elles qu'un coup d'œil rapide les connoisse : il pourra bâtir des systèmes : mais ces systèmes seront désavoués par la nature.

LETTRE XIII.

Une réflexion bien simple, Monsieur, qui me paroît démontrer, d'une manière évidente, que tous les produits des monts d'Or sont volcaniques; c'est que tous sont mêlés et confondus ensemble : donc, ou tous les produits appartiennent aux volcans, ou il n'existe point aux monts d'Or de produits des volcans. Ce dilemme ne me paroît susceptible d'aucune espèce d'objection : or, le plus ardent neptuniste sera toujours malgré lui forcé d'avouer qu'il est aux monts d'Or des produits des vol-

cans. Ne sont-elles pas évidemment des productions volcaniques, ces laves poreuses et scorifiées qui s'y rencontrent? Les volcans du puy de Dôme, que tout le monde regarde comme tels, n'en offrent point de plus poreuses et de plus scorifiées. L'Etna n'en montre point sur lesquelles les empreintes du feu soient plus frappantes. Mais ces laves, que vous diriez incandescentes encore, que vous diriez sortir à l'instant des fournaises brûlantes du volcan, gissent dans les mêmes lieux où se trouvent les matières basaltiques, les matières pétrosiliceuses, les matières porphyritiques, etc. etc. : comment leur origine ne seroit-elle pas commune? Dans un espace assez circonscrit, vous voyez quelquefois toutes ces diverses substances réunies. Une observation bien importante encore à faire, c'est qu'il n'est pas rare que ces différentes substances se succèdent les unes aux autres dans la même coulée : vous voyez ici des substances poreuses; là des substances basaltiques; là des substances pétrosiliceuses; plus loin des substances porphyritiques. On diroit que cette disposition singulière de ces matières a été faite ainsi par la nature, pour attester l'origine volcanique des unes et des autres; il semble qu'elle prévît qu'un jour des hommes chercheroient à répandre des nuages sur leur véritable mode de formation : elle voulut laisser des témoignages irrécusables de leur origine vulcanienne. Il est beaucoup d'autres preuves qui déposent d'une manière convaincante en faveur de cette vérité; mais ce n'est pas ici le lieu de les exposer : peut-être ailleurs j'entrerai dans de plus grands détails sur cet objet : (voyez ce que j'ai dit de la volcanisation des basaltes, dans mes Observations, pag. 131 et suiv.; ce que j'ai dit aussi de la volcanisation des

substances pétrosiliceuses, pag. 42 et suiv. des notes).

Pour se faire des idées justes et saines du mode de formation des substances minérales qui se trouvent aux monts d'Or, il faut nécessairement les voir sur place; il faut nécessairement voir celles qui les environnent, celles sur lesquelles elles reposent. Si on les voit isolées, il est impossible d'asseoir son jugement sur une base solide : un fragment de basalte, un fragment de substance pétrosiliceuse des monts d'Or, placés dans un cabinet, n'apprennent en général rien sur leur origine au naturaliste qui ne veut pas hasarder une opinion, et qui avant de prononcer veut acquérir une instruction sûre et solide. Ces fragmens sont muets pour lui; ils ne lui disent rien : mais replacez-les dans leur lieu natal; mettez-les en rapport avec les diverses substances avec lesquelles ils l'étoient originellement; et vous verrez combien ils s'exprimeront énergiquement sur leur mode de formation, si vous savez entendre leur langage. Lorsque vous les avez vus dans votre cabinet, rien ne vous démontroit en eux une origine vulcanienne : des substances minérales qui sont l'ouvrage des eaux ont souvent les mêmes traits, la même physionomie, offrent les mêmes caractères. Affirmer quelque chose sur leur existence seroit imprudent et téméraire : il faut se taire, si on sait se taire, si on possède ce grand art. Mais lorsque vous voyez ces fragmens chez eux, si je puis m'exprimer ainsi, lorsque vous les voyez en famille; alors tout à l'envi concourt à vous donner l'intime et profonde conviction qu'ils sont des produits des volcans, et que tous les systèmes que l'on pourroit former sur leur origine neptunienne, ne sont que des rêves creux contre lesquels tout s'élève, tout dépose; que tout s'empresse de

démentir. Alors n'ayant plus de doute, vous prononcez, et vous pouvez prononcer sur leur origine vulcanienne sans crainte de vous tromper.

LETTRE XIV.

Il existe dans la chaîne des monts d'Or, Monsieur, une roche pétrosiliceuse on ne peut plus intéressante, qu'on appelle *roche Sanadoire* : (voyez ce que j'en ai dit dans mes Observations, pag. 44 et suiv. des notes). Vous savez que l'opinion des naturalistes varie sur son mode de formation; les uns la regardent comme une production aqueuse; et les autres comme une production volcanique : le célèbre et immortel Saussure lui-même lui avoit attribué tour à tour cette double origine. La première fois qu'il la vit, il crut qu'elle étoit le produit du feu : il changea ensuite d'opinion. Je viens de revoir cette roche qu'on revoit toujours avec un nouveau sentiment de plaisir et d'admiration. Malgré le respect profond dont je suis rempli pour ce grand minéralogiste et géologiste, j'ose dire que sa volcanisation paroît hors de tout doute. Pour acquérir une instruction certaine sur la géologie des lieux, il faut souvent et du temps et des recherches longues et pénibles : et le savant qui va visiter un pays, ne peut jeter sur les objets qu'un coup d'œil rapide. Il n'est par conséquent nullement étonnant qu'un Saussure lui-même se soit trompé, quoique par ses rares connoissances l'homme le moins exposé à se tromper. Mais remarquez comme le premier aperçu du

génie fut vrai. Un objet s'offre à nos regards; on le juge à l'instant, comme par instinct : on veut ensuite entrer dans le détail des preuves qui peuvent motiver le jugement que l'on a porté : il arrive qu'alors l'esprit change quelquefois d'opinion ; et que la nouvelle qu'on embrasse, quoique raisonnée, est moins sûre que la première qui ne l'avoit pas été. A force de vouloir se rendre à soi-même compte de ses jugemens, souvent on se trompe; et les objets s'enveloppent de ténèbres d'autant plus épaisses, que nous nous acharnons à les connoître plus parfaitement.

La roche Sanadoire se compose de prismes dont le nombre de pans varie beaucoup, ainsi que la position. Des quantités immenses de ses primes se sont détachées de la masse de la montagne et sont amoncelées à ses pieds. Dans ses débris d'elle-même, j'ai trouvé des fragmens pétrosiliceux celluleux : et les cellulosités sont comme le sceau de la volcanisation des substances dans lesquelles on les remarque : elles sont dues à l'expansion des gaz, produite par les agens volcaniques. J'ai trouvé aussi des fragmens dans lesquels il existoit quelques parties à l'état de frite, et même de vitrification : et la vitrification d'une substance peut-elle laisser des doutes qu'elle soit une production volcanique ? Quel caractère plus frappant voulez-vous de sa volcanisation ? J'ai trouvé surtout de ces fragmens à l'état de frite et de vitrification, dans les éboulemens d'une roche également pétrosiliceuse, appelée la Tuilière ou la Maviale, qui est en regard avec la roche Sanadoire, et qui originellement n'a composé qu'une seule et même masse avec elle : (voyez ce que j'en ai dit dans mes Observations, pag. 44 et suiv. des notes). Les parties émaillées et

vitrifiées sont plus marquées à la Tuilière qu'à la Sanadoire : elles sont encore plus saillantes dans d'autres roches pétrosiliceuses. Il en est dont le feld-spath présente évidemment tous les caractères de la vitrification : des cristaux de feld-spath entièrement vitrifiés s'y trouvent enchâssés. On remarque seulement que sur leurs bords ils prennent la teinte de pétrosilex. Or, toutes ces roches pétrosiliceuses ne sont que des modifications les unes des autres : si donc certaines sont évidemment volcanisées, on doit conclure que toutes le sont, quoique dans quelques-unes les empreintes de la volcanisation soient moins frappantes. Ainsi, pour connoître d'une manière sûre la nature d'une roche, il faut souvent visiter ses congénères. Mais chacune a son mode particulier d'instruction : en recueillant les leçons que donnent ces diverses roches pétrosiliceuses, on apprend encore qu'elles ne sont qu'une modification particulière des roches feld-spathiques primitives, produite par les agens volcaniques. L'accident que j'ai remarqué dans les cristaux de feld-spath vitrifiés, dont les bords prennent l'aspect pétrosiliceux, paroît le prouver d'une manière convaincante. Le passage insensible du feld-spath au pétrosilex se fait remarquer également dans d'autres laves, dans lesquelles le feld-spath n'est pas cristallisé. Les pétrosilex participeroient-ils donc de l'origine vulcanienne? ai-je dit à ce sujet dans mes Observations : (voyez pag. 42 et suiv. des notes). Quelle que soit l'opinion des savans sur cette question, il est constant qu'une lave à base pétrosiliceuse, est extraordinairement difficile à distinguer des pétrosilex. Revenons aux preuves de la volcanisation de la roche Sanadoire. Dans des lettres telles que celles que je vous écris, les di-

gressions sont inévitables : vous parlez d'un objet ; un accident qu'il vous offre, le met en relation avec d'autres : vous ne pouvez vous empêcher de remarquer ces rapports, surtout quand ils sont intéressans pour la science : et puis on revient à l'objet principal qui d'abord vous a occupé.

La roche Sanadoire repose sur une roche porphyritique volcanique, dans laquelle les parties feld-spathiques y existantes sont plus ou moins vitrifiées : or, si la base sur laquelle est assise cette roche est évidemment volcanisée, tout dit qu'elle doit l'être aussi ; d'autant plus qu'elle ne forme avec sa base qu'une seule et même masse, et que les passages de la base à la roche se font par des nuances insensibles ; accident qui fait présumer que la substance dont se compose la partie supérieure, qui est pétrosiliceuse, est la même que celle dont se compose la base ; et que les différences qui s'observent entre elles, sont purement accidentelles ; qu'elles ne tiennent pas à la nature et à l'essence de la substance ; qu'elles dépendent seulement d'une modification particulière de l'action des agens volcaniques sur la roche primitive. Car tout porte à croire que la même roche primitive travaillée par les volcans a fourni les matériaux de la base porphyritique et de la masse pétrosiliceuse qui s'élève si majestueusement sur elle.

Une observation à faire, c'est que la structure de toutes les roches de cette nature existantes aux monts d'Or est la même ; leur base est porphyritique. Cette uniformité de structure prouve que la marche de la nature pour les produire est la même, et qu'elle emploie les mêmes moyens et les mêmes matériaux. Comment autrement les résultats de son travail seroient-ils les

mêmes ? Je me rappelle aussi qu'au Cantal il en est de même : dans cette chaîne il est également plusieurs roches pétrosiliceuses; il en est une surtout qu'on appelle le puy de Griou, dont la base est la même que celle de la roche Sanadoire : (voyez ce que j'ai dit du puy de Griou dans mes Observations, pag. 37 et suiv. des notes). Cette uniformité d'accidens est bien digne d'être remarquée.

Ce qui me fait croire encore que la roche Sanadoire doit être regardée comme une production volcanique, c'est que dans les environs j'ai trouvé des laves poreuses et des laves compactes, sur lesquelles les traits de l'action du feu étoient profondément empreints : les roches qui l'environnent peuvent-elles avoir été volcanisées; et elle ne pas l'être ?

Une autre raison qui fait croire à sa volcanisation; c'est que par une série de roches pétrosiliceuses, offrant les mêmes accidens à quelques légères différences près, vous arrivez jusqu'à l'endroit où tout annonce qu'a été le cratère du volcan, dans les environs duquel est encore une roche pétrosiliceuse. Il semble que la nature vous prenne par la main, pour vous indiquer le lieu d'où est partie la lave qui compose cette roche.

A ces diverses raisons qui déposent d'une manière plus ou moins énergique en faveur de la volcanisation de la roche Sanadoire, je pourrois en ajouter d'autres, telles que sa conformation en prismes; conformation que je crois particulière aux productions volcaniques : mais celles que j'ai apportées sont plus que suffisantes pour produire la plus grande certitude. Considérées dans leur ensemble, elles me paroissent invincibles.

Lorsque j'ai voulu revoir cette roche, je ne doutois

nullement de sa volcanisation : mais je voulois m'assurer de son mode de volcanisation. J'avois cru qu'elle avoit brûlé sur place : (voyez mes Observations, pag. 44 et suiv. des notes). J'ai abandonné entièrement cette opinion. D'après ce que je vous ai dit, vous devez juger quelles sont les raisons qui m'y ont fait renoncer. La lave dont se compose la coulée qui a donné naissance à cette roche, s'est répandue dans une vallée que je regarde comme une vallée ancienne ; et paroît être le résultat d'une seule et même déjection du volcan : si elle devoit sa naissance à plusieurs déjections différentes, on remarqueroit entre elles un intervalle, quelque court qu'eût été l'espace de temps qui se fût écoulé entre elles. La première ayant acquis un certain degré de refroidissement, lorsque la seconde seroit survenue, n'auroit pas fait corps avec elle ; et ainsi successivement. Cette roche cependant ne compose qu'une seule et même masse.

LETTRE XV.

IL est une autre roche, Monsieur, dans le vallon de Chaudefour vis-à-vis le village de Voissière, roche qu'on appelle en conséquence roche de Voissière, dont la texture ne paroît pas tout d'abord annoncer son origine : au premier aspect on la prendroit pour une roche granitique schisteuse neptunienne ; elle se compose des mêmes élémens ; elle en a la physionomie ; elle est fissile comme elle : en la voyant, l'idée qu'elle ait été volcanisée

ne se présente seulement pas à l'esprit, parce qu'on n'imagine pas que si elle l'avoit été, elle eût pu conserver tous les traits qui caractérisent une roche primitive. Ce qui éloigne surtout toute idée de volcanisation, c'est que cette roche singulière n'est environnée que de roches granitiques neptuniennes : (voyez ce que j'en ai dit dans mes Observations, pag. 70 et suiv.). Mais on a bientôt reconnu, quand on l'examine de près, que c'est une production volcanique : le feld - spath qui entre dans sa composition y est souvent vitrifié. La roche elle-même, dans quelques parties de sa masse, est à l'état de frite : la couleur rougeâtre et brunâtre des surfaces de ses lames, de ses feuillets, ne laisse non plus aucun doute sur sa volcanisation. J'ai cru également qu'elle avoit brûlé sur place; et il faut convenir qu'en admettant cette hypothèse, on explique facilement tous les accidens divers qu'elle offre. Ce qui n'avoit pas peu contribué à me faire naître cette idée, c'est l'existence d'une roche de même nature qui a davantage encore l'aspect d'un granit schisteux chauffé sur place, qui se trouve à deux milliers de mètres de distance de la Bourboule, en remontant la Dordogne, à droite vis-à-vis un moulin : et un accident concourt à rendre ce sentiment plus probable : auprès de cette roche se trouve un filon de roche cornéenne qui a été également volcanisée : ses cellulosités plus ou moins considérables ne permettent pas d'en douter. Ce qui ajoute un nouveau degré de certitude à cette opinion, c'est que les surfaces des fragmens de cette roche sont quelquefois recouvertes de fer comme scorifié et réduit à l'état d'oxide du rouge le plus intense.

J'avois vu ce filon dans la première course que j'avois faite aux monts d'Or : j'aime à me rappeler que j'eus le

plaisir de la faire avec M. Boirot, docteur en médecine, membre de plusieurs sociétés savantes, auteur d'une production très intéressante sur l'*anatomie physiologique*, qui n'est qu'un extrait d'un ouvrage plus considérable qui doit paroître incessamment, ayant pour titre, *Aperçu sur les rapports des sciences physiques et philosophiques avec la médecine.*

J'ai voulu revoir cette année ce filon on ne peut plus curieux sous tous les rapports: la première fois que je l'avois vu, mes yeux étoient peu familiarisés avec ces objets; et j'avois à craindre de m'être trompé dans le jugement que j'en avois porté. Ce filon court du sud au nord; son inclinaison paroît peu considérable : il m'a été impossible cependant de la mesurer, parce qu'il ne se montre que dans un petit espace de terrein. J'ai voulu le remonter pour savoir où il prenoit son origine; mes tentatives ont été inutiles. Son épaisseur n'est pas de deux mètres: la roche de corne est appuyée immédiatement sur les parois de la roche volcanique; on n'y découvre point de salbanque où lisières. Aucune substance minérale étrangère à la roche de corne ne se trouve mêlée avec elle dans ce filon, dont j'ignore la profondeur. Je me disois à moi-même : Ce filon est préexistant à l'inflammation des volcans; comment autrement existeroit-il dans ce lieu-là? Il faut donc qu'il ait brûlé sur place; il faut donc que les roches qui l'environnent, dont l'origine date au moins de la même époque que la sienne, aient également brûlé sur place, puisque leur existence est antérieure à l'inflammation des volcans: donc les roches dont la texture est exactement la même que la leur, qui ont avec elle les plus grands traits de ressemblance, participent de la même

origine

origine ; donc la roche de Voissière a également brûlé sur place. Quoique ces diverses réflexions me parussent conséquentes, et concourussent pour favoriser mon opinion, j'étois cependant toujours prévenu contre elle.

Ce n'est pas que je ne croie qu'il soit possible qu'une roche brûle sur place. Ce mode de déflagration n'est pas même, à bien considérer les choses, comme je l'ai dit dans mes Observations, (voyez page 77) ; un phénomène plus étonnant que les autres phénomènes que nous offrent les volcans. Le feu, au lieu d'aller chercher son aliment dans les parties latérales du gouffre dans lequel il est allumé, va le chercher dans ses parties supérieures : il peut se faire qu'un accident particulier l'empêche de s'étendre en longueur ; une trop grande apirité de la roche peut-être s'y oppose. Son activité ne pouvant être vaine, un aliment lui étant nécessaire, il s'étend en hauteur : la roche, dans les parties où il s'est porté, lui a offert peut-être moins de résistance. Il faut même avouer qu'il est moins étonnant de voir le feu exerçant toujours son activité dans les parties supérieures de la roche, dans le sein de laquelle il brûle, que dans ses parties latérales : la nature du feu est toujours de tendre en haut. Il est des phénomènes moins étonnans en eux-mêmes que d'autres, et qui nous étonnent davantage, parce qu'ils s'offrent plus rarement à nos regards. Voilà ce que je disois dans mon ouvrage ; et ces considérations sont vraies : elles ne produisoient cependant pas dans mon esprit la conviction : parce qu'un phénomène est possible et même plus vraisemblable qu'un autre, il ne suit pas qu'il existe. Ce mode de volcanisation me paroissoit toujours incertain, douteux : et cela, parce

que dans la chaîne des monts Dôme, où les productions des volcans se montrent sous tant de formes diverses, je ne vois aucune trace de roche dont la déflagration se soit opérée sur place. Si un pareil phénomène existoit dans la nature, comment dans cette chaîne, rien mais rien n'en indique l'existence? Cependant il faut avouer que les autres chaînes pourroient nous montrer de grands accidens volcaniques inconnus aux monts Dôme. Puis je m'étois déjà convaincu que certaines roches auxquelles j'avois attribué une pareille origine ne l'avoient pas.

Tourmenté par toutes ces idées, j'ai voulu revoir cette roche de Voissière : depuis la première visite que je lui avois faite, un grand ravin s'étoit creusé à sa base. Les ravins sont une source d'instruction pour le naturaliste ; et il faut qu'il se décide nécessairement à les parcourir, à les étudier, s'il veut surtout connoître la géologie d'un pays : c'est dans ces profondes excavations, que la nature tient comme en dépôt ses registres dans lesquels elle consigne, elle grave ses diverses révolutions ; c'est dans leurs entrailles qu'elle se plaît à les ouvrir à nos regards, à donner ses leçons toujours grandes et utiles. L'étude de la structure intérieure des êtres organiques nous dévoile beaucoup de phénomènes qui nous auroient été à jamais inconnus, si nos regards ne s'étoient portés que sur leurs parties extérieures. Il en est ainsi du globe : si nous voulons le connoître, il faut étudier son organisation intérieure, et ce n'est que dans les ravins qu'on peut s'en instruire. Impatient de savoir si les eaux n'auroient pas mis à nu la base sur laquelle pouvoit reposer cette roche de Voissière, j'ai parcouru avec empressement le ravin qu'elles avoient creusé : je n'ai pas été long-temps à découvrir le gra-

tuit primitif sur lequel elle est assise. Il est donc bien certain qu'elle n'a point brûlé sur place. Je remarquerai à ce sujet que tous les produits volcaniques qui forment les bords de ce vallon en le remontant reposent sur du granit : ce qui me le fait croire, c'est que dans les parties les plus supérieures j'en ai trouvé : mais je vous préviens qu'il est difficile à reconnoître, parce qu'il est quelquefois recouvert par des produits volcaniques. Au delà du vallon, en me rapprochant du pic du mont d'Or, je n'ai plus retrouvé de traces de roches granitiques. Toutes les parties inférieures de ce vallon sont creusées dans le granit. Les roches elles-mêmes adjacentes à la roche de Voissière, qui sont au-dessus, ainsi que les roches correspondantes dans ce vallon, sont également granitiques, comme je vous ai déjà dit; de sorte qu'elle se trouve environnée presque de tous côtés de granit. C'est cette position singulière, qui m'avoit particulièrement porté à croire qu'elle avoit brûlé sur place.

Il est une question que l'on peut faire sur cette roche, qui se présente naturellement à l'esprit, quand on veut acquérir des connoissances solides sur la nature des choses; c'est celle de savoir si elle a été produite par les déjections immédiates des volcans; si elle a été formée par une coulée; ou si les matières volcaniques dont elle se compose ont été remaniées par les eaux et déposées ensuite dans ce lieu-là. Qu'il me suffise de vous dire, que tout annonce qu'elle doit son origine à une coulée de volcan. Je serois trop long si je voulois entrer dans tous les détails que pourroit comporter et exiger l'entier développement de cette question. Ainsi quand on veut approfondir les objets, les difficultés se multiplient.

Il est inutile de vous dire maintenant que ne croyant pas à la déflagration sur place de la roche de Voissière, je ne crois pas non plus que la roche du vallon de la Bourboule, dont je vous ai parlé, ait un pareil mode de formation : tout dit qu'elle est également un fragment de coulée. Tout porte aussi à croire qu'elle repose sur le granit : on commence à l'apercevoir non loin de là, à sept ou huit cents mètres de distance, en descendant le vallon : en le remontant, il m'a été impossible d'en découvrir des traces.

Mais comment, me demanderez-vous sans doute, a été formé ce filon de cornéenne, qui se trouve auprès de cette roche ? Il n'est pas facile de répondre à cette question : il paroît qu'il doit sa naissance à des matières vomies par le volcan, qui auront pénétré dans cette scissure des roches volcaniques. Toutes les circonstances locales s'éleveroient contre l'opinion de ceux qui voudroient le regarder comme un dépôt des eaux : elles démentiroient aussi le système de ceux qui voudroient qu'il fût le résultat de la décomposition de cette partie de la roche, et des nouvelles combinaisons qui auroient pu s'y opérer de fluides répandus dans l'atmosphère, ou existans dans le sein de la terre. Vous savez que tel est pour le mode de formation des filons le système de M. Patrin ; et que tel a été celui de Zimmerman et d'autres grands et profonds minéralogistes ; système ingénieux, séduisant, auquel on a donné une trop grande extension. Il est possible que des matières constituant des filons doivent leur naissance à de pareilles combinaisons : mais toutes ne sont assurément pas redevables de leur origine à une pareille cause : il en est qui ne sont évidemment que des dépôts accidentels. Souvent

pour vouloir trop généraliser un système, on le déprécie. D'ailleurs je suis bien loin de regarder, avec M. Patrin, comme un état de maladie dans une roche, cette disposition qui la rend susceptible de nouvelles combinaisons. Tout ce que l'on peut dire, c'est que cette disposition nouvelle est un changement d'état; mais il ne suit pas pour cela qu'il soit un état de maladie. Comment se persuader que les productions des filons en général, qui entrent dans l'économie admirable de ce vaste univers, et qui procurent aux hommes de si grands bienfaits, ne doivent leur existence qu'à un état de détérioration des roches. Vous sentez que ce n'est pas ici le lieu d'entrer dans de plus grands détails sur cet objet. J'oubliois de vous dire que ce filon de cornéenne est, je crois, le seul existant dans toute la chaîne des monts d'Or. Je l'ai parcourue dans une grande partie de son étendue; aucun autre ne s'est offert à mes regards. Cet accident est à remarquer.

LETTRE XVI.

DU vaste plateau des monts d'Or partent, Monsieur, comme je crois vous l'avoir déjà dit, des coulées vers tous les points de l'horizon, qui vont toutes en divergeant de ce centre à la circonférence: vous jugez par conséquent qu'elles sont d'autant plus divergeantes, qu'elles sont plus distantes du point de départ. Elles ne se détachent même d'une manière sensible les unes des autres, que lorsqu'elles sont plus ou moins

éloignées du plateau ; autrement elles sont mêlées et confondues ensemble : aussi lorsque vous voulez bien les distinguer entre elles, il ne faut chercher à les reconnoître qu'à une certaine distance du lieu d'où elles sont parties, distance qui varie beaucoup ; de sorte qu'il seroit impossible de la fixer d'une manière précise. Vous concevez sans peine que beaucoup d'accidens divers doivent apporter à de pareilles limites les plus grandes modifications.

Les diverses coulées basaltiques qui sont parties des monts d'Or paroissent nombreuses : je ne crois pas cependant qu'elles le soient autant qu'on pourroit l'imaginer : j'ai observé que des coulées qui étoient unes à leur source, avoient donné naissance à diverses ramifications, qu'on auroit prises pour autant de coulées différentes, et qui étoient cependant bien loin de l'être. J'ai même observé que quelquefois les différentes divisions d'une coulée se dirigeoient vers des points différens de l'horizon : en remontant les coulées qui se sont portées vers Murol et vers Besse, ainsi que celles qui se sont portées vers Lalandie et Picherande, on est à même de faire ces observations intéressantes. Ces diverses divisions d'une seule et même coulée n'ont rien d'étonnant, comme vous jugez fort bien ; la lave dont elle se composoit ayant été dans un état de fluidité. Les eaux d'une rivière peuvent être détournées en beaucoup de canaux différens. Plusieurs causes peuvent donner aux diverses parties d'une coulée différentes directions : l'expansion violente des substances aériformes renfermées dans la lave, peut donner à ces diverses parties une impulsion assez forte pour les séparer les unes des autres, et faire prendre à chacune un cours différent :

mais la cause qui particulièrement a influé sur un pareil effet est la déclivité du sol où couloit la lave ; il a suffi qu'il eût une pente vers des points différens de l'horizon, pour qu'elle s'y portât. J'ai voulu déterminer le nombre des coulées des monts d'Or : pour y parvenir je les ai parcourus dans tout leur pourtour : n'ayant pas pu asseoir mes calculs sur une base solide, je ne vous les communique pas. Toutes les coulées qui sont répandues dans cette chaîne, tirent leur origine du plateau des monts d'Or.

Les espaces qu'elles ont parcourus varient beaucoup : il en est qui paroissent n'avoir parcouru qu'un millier de mètres ; d'autres en ont parcouru cinquante mille (10 lieues). Tous les espaces intermédiaires entre ces deux distances semblent avoir été parcourus par diverses coulées. Toutes ces distances sont presque mesurées sur une ligne droite : vous jugez par conséquent qu'elles sont réellement plus considérables : pour calculer l'espace qu'elles ont parcouru, il faut faire entrer en ligne de compte tous les détours sinueux qu'elles ont faites dans leur cours. Les vallées dans lesquelles elles se répandent sont remplies d'anfractuosités. On auroit en général une bien fausse mesure de la longueur du lit d'une rivière, si on la mesuroit sur une ligne droite.

Les coulées qui se sont étendues le plus au loin sont celles qui se sont dirigées vers l'est, le nord, l'ouest et leurs points intermédiaires : les coulées qui se sont portées vers ces points de l'horizon ont communément 5, 6, 7, 8, 9, 10 lieues de longueur. Celles qui ont pris leur cours vers le nord-ouest sont les plus longues, elles ont jusqu'à 9 et 10 lieues : on ne doit pas être étonné que les volcans des monts d'Or aient des coulées

d'une telle longueur; il en est de l'Etna qui sont aussi longues. Les coulées qui se sont dirigées vers le sud, le sud-sud-est et le sud-sud-ouest n'ont au plus parcouru que 3 à 4 lieues. Plusieurs causes peuvent avoir influé sur la plus ou moins grande étendue de l'espace qu'ont parcouru les coulées; la fluidité de la lave, la force avec laquelle elle a été vomie par le volcan; la grandeur de sa masse; les obstacles qu'elle a rencontrés dans sa marche: mais la cause qui particulièrement a déterminé les plus longues coulées, est la déclivité du sol sur lequel elles se sont répandues. Toutes choses égales d'ailleurs, il est évident que plus le plan sur lequel se meut un fluide est incliné, plus l'espace parcouru sera considérable: aussi les coulées sont d'autant plus longues, que la déclivité du sol est plus grande. Pour s'en convaincre, il suffit de monter sur la cime du pic de Sanci ou du mont d'Or, qui est le point le plus élevé de cette chaîne: placé sur la crête de cette montagne volcanique, vous dominez tous les pays environnans; et vous pouvez aisément mesurer de l'œil la pente du sol vers les diverses parties de l'horizon: et vous vous apercevez à l'instant que la pente est plus grande vers l'ouest et le nord-ouest que partout ailleurs. Mais vous vous en apercevez bien mieux encore quand vous vous placez vers ces parties de l'horizon à 5 ou 6 lieues de distance, sur une hauteur qui domine les vallées des monts d'Or: la déclivité du sol est alors plus sensible, plus frappante. Votre œil qui est obligé de se relever pour suivre l'exhaussement du sol, en se portant vers les monts d'Or, apprécie d'une manière plus exacte et plus sûre la déclivité du terrein depuis les monts d'Or. J'ai pris souvent ces mesures de divers points; et le résultat a toujours

été le même. Il est des endroits plus favorables que d'autres pour les prendre : il n'en est point qui le soit autant que le plateau de Hume-l'Eglise et celui de Banson. Dans ces lieux-là votre position est telle, que vous pourriez, pour ainsi dire, calculer les divers degrés de pente du sol. Nulle part surtout les monts d'Or ne vous offrent un spectacle aussi majestueux, aussi ravissant : les vallons qu'ont creusés les eaux qui descendent de ces montagnes ; les accidens divers qu'ils offrent ; leurs contours sinueux ; les pics si variés par leurs formes et leur hauteur, répandus çà et là ; les monts d'Or si imposans par leur élévation, qui forment comme le cadre de ce tableau ; tous ces objets si beaux isolément, et qui le deviennent encore davantage, quand ils sont vus dans leur ensemble, offrent un coup d'œil des plus pittoresques. Du haut du puy de Sanci les points de vue sont ravissans : des lieux que je viens d'indiquer, ils le sont davantage.

Le naturaliste doit aimer à se rendre compte des accidens qu'il observe dans la nature. La plus grande déclivité du sol vers le nord-ouest et l'ouest doit bien avoir quelque cause : quelle est-elle ? Je crois bien que les eaux fluviatiles partant des monts d'Or, qui coulent en plus grande abondance vers ces parties de l'horizon, peuvent avoir donné au sol une pente plus rapide par une plus grande érosion ; mais cette cause ne me paroît pas avoir été assez puissante pour leur donner une telle déclivité : la cause n'est pas ici en rapport avec l'effet. Aussi j'attribue cette déclivité à l'action des eaux de la mer en se retirant : elle seule par sa force d'érosion a été capable de lui donner une telle pente. Remarquez

que cette déclivité est telle, qu'elle offre comme un plan uniformément incliné dans toutes ses parties ; ce qui suppose nécessairement une force égale agissant simultanément dans toute l'étendue du sol, qui est considérable : or il n'y a que les eaux de la mer qui aient pu exercer une pareille action. Des eaux fluviatiles diverses offrant beaucoup de différences dans leur masse, auroient eu un autre mode d'action; car les mêmes eaux n'auroient pas seules suffi à un pareil travail. Il seroit donc des endroits plus fortement sillonnés que d'autres; et le plan incliné qu'elles auroient formé seroit très-irrégulier. En vous parlant des monts Dôme, je vous ai dit que les accidens qu'ils offroient, annonçoient que la mer, en abandonnant ce pays-ci, s'étoit retirée vers l'ouest et le nord-ouest : la grande déclivité du sol vers ces parties de l'horizon dans la chaîne des monts d'Or, ajoute à cette observation importante un nouveau degré, non de probabilité, mais de certitude. Je vous ai dit aussi, en parlant des monts Dôme, qu'ils nous apprenoient que les eaux de la mer s'étoient retirées rapidement de ce pays : les monts d'Or nous donnent la même instruction. Si la marche des eaux de la mer eût été lente, elles n'auroient exercé aucune érosion sur les terres, et elles ne leur auroient point donné une pareille déclivité. Tout dit même qu'elles auroient laissé sur leur passage des dépôts plus abondans que ceux qu'elles ont formés. Ainsi, comme vous voyez, les diverses observations s'enchaînent mutuellement, et se renforcent les unes les autres. Les différentes chaînes de montagnes de l'Auvergne étant liées à un même système, doivent offrir des observations uniformes, et qui se rattachent aux mêmes

principes : mais ce n'est pas toujours chose facile que de découvrir le lien qui les unit ensemble.

LETTRE XVII.

D'APRÈS ce que je vous ai déjà dit, Monsieur, vous devez juger sans doute que les coulées des monts d'Or sont bien loin d'être entières : elles ne se composent plus maintenant que de fragmens, que de tronçons plus ou moins isolés; elles ne subsistent plus, que par des restes d'elles-mêmes. Ainsi des débris d'un monument antique annoncent qu'il a existé; mais ce ne sont que des débris. Les efforts des eaux, du temps, de la nature et des hommes les ont dégradées, détériorées, morcelées, et n'en ont laissé subsister que quelques ossemens épars : ce sont ces sections diverses des coulées qui ont donné naissance aux plateaux et aux pics, si communs dans l'Auvergne. Vouloir distinguer d'une manière sûre à quelle coulée ont appartenu ces diverses sections, pour les réunir par la pensée et en former un seul tout, est une entreprise peu aisée à exécuter : leurs traits particuliers ne sont pas en général assez fortement prononcés, pour qu'on ne soit point exposé à se méprendre. Rassembler les ossemens épars d'un cadavre pour en reconstruire un squelette, est toujours chose difficile; surtout lorsqu'ils n'offrent plus de caractères distinctifs; qu'ils sont trop usés par le temps; et que des distances trop grandes les séparent les uns des autres. Une remarque impor-

tante est qu'en remontant le sol sur lequel reposent les fractions des coulées, vous aboutissez toujours au plateau du mont d'Or : ce qui prouve qu'elles sont toutes parties de cet endroit. La position du sol, sa manière particulière d'être, sa pente, indiquent souvent mieux que toute autre chose, quelle a été la direction de la coulée.

Les coupures de ces coulées sont presque toutes intéressantes à observer, et vous offrent quelque accident curieux : mais certaines fixent plus particulièrement vos regards. Il en est une non loin du puy de Bessol, qui se compose de prismes très-gros, sans aucune liaison entre eux, superposés les uns sur les autres à une hauteur assez considérable, qui dans leur ensemble représentent une espèce de pyramide reposant sur un piédestal immense de basalte : on diroit que c'est un monument élevé par les hommes, pour perpétuer le souvenir de quelque grand événement : et comme une pareille construction annonce un travail immense, on à cru qu'il n'y avoit qu'un peuple dont le nom rappelle de grandes choses, et dont tous les monumens élevés par lui, quoique presque entièrement détruits, et ne subsistant que dans des ruines, excitent encore puissamment votre admiration, à qui il pouvoit devoir son origine : on lui a donné en conséquence le nom imposant de *roche romaine* : et véritablement si un pareil monument étoit l'ouvrage des hommes, il seroit l'ouvrage des Romains : mais il est entièrement celui de la nature; et les hommes n'ont pas eu besoin de concourir avec elle pour l'élever. La nature a des constructions aussi et même plus admirables que celles des hommes. Mal-

heureusement pour ce beau monument, on voit dans le fond du vallon qui l'avoisine quelques misérables cabanes, dont le coup d'œil affecte péniblement, non-seulement votre regard, mais encore votre âme, parce que vous sentez combien des hommes qui habitent d'aussi tristes chaumières doivent être en proie à toute espèce de besoins. Tout s'embellit sans doute par des contrastes ; mais il ne faut pas qu'ils se heurtent trop, qu'ils soient jamais choquans : une masure hideuse qui attriste tous vos sens, bien loin de faire ressortir un monument, l'enlaidit au contraire et le dépare.

Ces fragmens des coulées reposent presque tous sur leur antique base. Le sol sur lequel elles se sont répandues conservé en général la même assiette qu'il avoit, lorsque le volcan les a vomies ; de sorte que les masses basaltiques isolées, quelque élevées qu'elles puissent être au-dessus du terrein environnant, ne sont ordinairement que de simples segmens de coulée. Mais il en est dont l'exhaussement paroît être dû à un soulèvement du sol sur lequel elles reposoient. Soulèvement produit par la même cause qui soulève la lave du fond des abîmes des volcans jusqu'à de grandes hauteurs, qui a formé les puys de Dôme, de Sarcoui, de Clierzou, qui a donné naissance à tout plein de protubérances si communes dans le sol volcanique de l'Auvergne : cette cause, est l'expansion des substances aériformes renfermées dans les abîmes des volcans. Dans mes Observations j'avois attribué un pareil mode de formation à une masse basaltique qu'on appelle le puy de *Mont-celé*, dans les environs de St. Germain près d'Issoire : (voyez pag. 180 et suiv. des notes). Je n'entre pas dans le détail des raisons sur lesquelles je fondois mon opi-

nion : elles sont exposées dans cet ouvrage; il est inutile de les répéter. J'ai été revoir cette montagne : certains accidens particuliers que j'avois remarqués, m'avoient fait changer d'opinion; j'éprouvois cependant toujours quelques doutes sur son véritable mode de formation. Désireux de me débarrasser de cet état pénible d'incertitude, j'ai voulu la revoir encore : après l'avoir examinée de nouveau avec la plus grande attention, je suis revenu à mon opinion ancienne. Telles ont été les fluctuations de mon esprit sur l'origine de cette singulière montagne : elles ne vous étonneront point, vous qui savez combien on a quelquefois de peine à fixer son jugement sur une base solide; vous qui savez que la plus légère observation, qui peut si aisément échapper, suffit pour vous faire changer de sentiment : mais combien d'hommes se riroient de pareilles irrésolutions. Il me semble qu'un ancien a dit que la science étoit l'art de douter : il est certain qu'en général cette maxime est bien vraie; plus vos connoissances se multiplient, plus vos doutes se multiplient. Triste mais trop vrai résultat de la science, au moins quelquefois!

Il n'est pas possible de déterminer d'une manière précise la largeur des coulées, surtout à leur origine : les vallons nombreux qui ont été creusés par les torrens dans le lieu où elles prennent naissance, font qu'on ne peut sur cet objet que hasarder des conjectures fort incertaines; tout annonce cependant qu'à leur origine la largeur des coulées a dû être considérable : ce qui m'engage à le croire, c'est que dans une étendue de terrein en largeur d'environ 4 à 5 mille mètres, j'ai toujours observé la même nature de lave. On dit que l'Etna a eu des coulées qui ont quatre lieues de lar-

geur : j'ai peine à croire que les volcans des monts d'Or en aient eu de si larges ; il en est qui paroissent n'avoir pas eu à leur origine une largeur bien grande : à dix où douze mille mètres de distance du plateau des monts d'Or, il y en a qui n'ont pas plus de 28 à 30 mètres de largeur. Il est à remarquer aussi qu'à l'endroit où elles se terminent, toutes les coulées sont peu larges. Dans les parties des coulées intermédiaires, entre leurs deux extrémités, leur largeur m'a paru assez communément offrir comme un terme moyen, entre celle qu'elles ont au lieu de leur origine, et celle qu'elles ont à l'endroit où elles se terminent ; de sorte que la largeur va à peu près en décroissant, à mesure qu'on s'éloigne du plateau des monts d'Or. Il est inutile de vous dire que de pareilles observations admettent beaucoup d'exceptions ; et que de telles mesures ne peuvent être vraies qu'approximativement, parce qu'elles sont sujettes à beaucoup de modifications particulières. Quoi qu'il en soit, c'est toujours beaucoup que d'avoir une mesure à l'aide de laquelle on puisse connoître à peu près la largeur des coulées : en calculant celle de leur partie moyenne, on jugera par approximation de celle qu'elles ont à l'endroit où elles commencent et où elles finissent. En mesurant une de leurs parties, quelle qu'elle soit, on pourroit obtenir le même résultat. Vous jugez bien que ce mode de mesurer la largeur des coulées ne peut être employé, qu'autant que dans leur cours elles ne se divisent pas, elles demeurent toujours unes, si on peut s'exprimer ainsi.

LETTRE XVIII.

Il est, Monsieur, des coulées qui se sont répandues dans des vallées anciennes, existantes avant l'inflammation des volcans, et avant l'irruption des eaux de la mer dans ce pays, et dont le lit n'avoit pas été comblé par leurs dépôts; comme dans les environs de Murol, de Besse etc. etc.. Avant l'irruption des eaux de la mer dans ce pays, avant que les volcans s'allumassent aux monts d'Or, il existoit une chaîne de montagnes dans cette partie de l'Auvergne, et tout dit même que ces montagnes étoient plus élevées qu'elles ne le sont maintenant. Ces montagnes donnoient naissance à des rivières; et ces rivières avoient creusé des vallées : ce sont celles que j'appelle vallées anciennes, qui en général sont plus vastes et plus profondes que les vallées modernes, ou celles qui n'ont été creusées que depuis le départ des eaux de la mer. La raison de la différence entre ces vallées est trop facile à apercevoir, pour qu'il soit nécessaire de la dire. Les montagnes étant autrefois plus élevées, ayant par conséquent une masse plus grande, exerçoient sur les vapeurs répandues dans l'atmosphère une attraction plus puissante : les sources étoient par conséquent plus abondantes; les rivières étoient plus grandes : et la largeur et la profondeur des vallées sont en rapport avec la masse d'eau qui y coule. J'observerai à ce sujet que les vallées anciennes étant plus vastes, devoient être moins nombreuses que les vallées

modernes,

modernes, parce qu'une plus grande quantité de sources y réunissoit leurs eaux. J'observerai encore, et cette observation me paroît importante, que puisqu'il existe des vallées anciennes et des vallées modernes, la mer, après avoir, dans l'origine des choses, quitté ce pays, doit nécessairement y avoir fait depuis une irruption.

Toutes les observations attestent que la terre a été couverte originellement par les eaux de la mer : il faudroit être entièrement étranger à la science de la géologie, et n'avoir jamais étudié le mode de formation de ce globe, pour ignorer cette vérité: aussi tous les naturalistes en conviennent. Mais il en est parmi eux qui veulent que la mer ne soit point revenue dans les pays qu'elle avoit abandonnés. Les vallées existantes dans l'Auvergne apprennent le contraire. On ne peut pas douter qu'il n'existât des vallées vastes et profondes lorsque les volcans se sont allumés dans ce pays; la plupart sont encore comblées par la lave : or ces vallées ne peuvent pas avoir été creusées depuis le départ des eaux de la mer : de pareilles excavations n'ont pu être qu'un ouvrage long; et tout dit que l'espace de temps qui dut s'écouler entre le départ des eaux de la mer et l'inflammation des volcans a dû être court. (Voyez mes Observations, pag. 112 et suiv.). Elles ne peuvent pas non plus avoir été creusées lorsque les eaux de la mer couvroient ce pays : les eaux, en jaillissant du sein de la terre, se mêloient, se confondoient avec les eaux de la mer, et ne pouvoient par conséquent pas donner naissance à des vallées. Elles avoient donc été creusées avant l'irruption des eaux de la mer dans l'Auvergne; ce pays avoit donc été, avant cette irruption, libre des eaux de la mer; donc la mer y est re-

venue après l'avoir abandonné originellement. Toutes ces inductions s'enchaînent les unes les autres, et sont toutes évidemment vraies. J'avois cru tout d'abord que ces grandes vallées avoient été creusées par les eaux de la mer, lorsqu'elles se retirèrent précipitamment de ce pays; mais l'examen attentif des localités m'a fait renoncer entièrement à cette opinion. Toutes ces antiques vallées offrent les mêmes caractères qui distinguent les vallées modernes; elles se jettent dans d'autres vallées qui ont été, sans nul doute, creusées par les eaux fluviatiles; elles sont en rapport avec les quantités des eaux qui les ont creusées : on peut en juger approximativement par celles qui y coulent encore; car dans certaines les eaux fluviatiles se sont creusé un lit. Vous remarquerez que je n'appelle vallées anciennes, que celles qui avoient été creusées avant que les eaux de la mer fissent une irruption dans ce pays : toutes les autres vallées creusées depuis le départ des eaux de la mer, je les appelle modernes, quelle que soit l'époque de leur excavation. Je vous fais faire cette annotation, parce qu'il est des naturalistes qui donnent à ces mots un sens différent; qui, ne distinguant point les vallées creusées avant et après l'irruption, appellent anciennes celles qui ont été les premières formées depuis le départ des eaux de la mer; et appellent modernes celles qui ont été creusées les dernières. Il est à remarquer qu'il est de ces vallées anciennes qui ont été tellement comblées par les coulées, qu'elles ont été mises au niveau des montagnes environnantes, comme dans les environs de Murol. Ce qui étonne davantage, c'est que toute la lave qui a rempli ces vallées jusqu'à une telle élévation est de la même nature, et paroît

appartenir à la même coulée. Jugez de la quantité immense de lave qu'il a fallu pour combler de vastes et profondes excavations, et les niveler avec les parties les plus élevées du sol dans lequel elles avoient été creusées. Il est d'autres vallées anciennes dans lesquelles des coulées se sont répandues; mais elles n'en ont pas été totalement encombrées; de manière que les formes qu'elles avoient se dessinent encore parfaitement bien. Les environs de Murol donnent encore lieu à une pareille observation.

Toutes les coulées des volcans anciens sont bien loin de s'être répandues dans les anciennes vallées; il en est qui sont gissantes sur des cimes des montagnes. (Voyez dans mes Observations quelle est la cause d'un pareil accident, page 151 et suiv.). Excepté quelques vallées anciennes qui ne furent pas comblées par des dépôts des eaux de la mer, lorsqu'elles firent une irruption dans cette partie du globe, tout ce pays devoit offrir une masse pleine. Les eaux qui ne se déversèrent pas dans les anciennes vallées, furent errantes et vagabondes sur les cimes des montagnes; des coulées se répandirent dans les vallées peu profondes qui y avoient été creusées. Les eaux, chassées de leur lit, corrodèrent les parties environnantes des coulées; et n'ayant point été gênées dans leur action, elles ont formé, dans ces lieux, des vallées plus ou moins profondes; de sorte que les coulées sont maintenant perchées sur les crêtes des montagnes. Ce dernier mode d'existence des coulées donne lieu quelquefois à des accidens intéressans à observer. Tantôt vous les voyez recouvrir des espaces intermédiaires entre des vallées, par conséquent plus élevés, et se modeler sur toutes

les formes de ces espaces. Tantôt vous les voyez épandre leur lave comme une nappe sur les parois des vallées plus profondes environnantes. Tous ces faits sont faciles à expliquer. Une coulée se sera déversée dans une vallée : si cette coulée étoit considérable, et que la vallée fût peu profonde et peu large, elle l'aura bientôt remplie, se sera répandue dans les parties environnantes, et se sera modelée sur toutes leurs formes.

LETTRE XIX.

Les coulées des monts d'Or ne sont pas toutes, Monsieur, de la même nature : il en est de pétrosiliceuses, de porphyritiques, de basaltiques ; il en est qui sont entièrement amorphes ; d'autres, dans presque toutes leurs parties, affectent des formes régulières ; il en est qui se composent de lave compacte ; dans d'autres vous voyez beaucoup de laves poreuses.

Je remarquerai à ce sujet que la coexistence des laves poreuses avec les laves compactes ou les laves basaltiques, me paroît difficile à expliquer dans le système de M. Patrin. Dans ce système, les basaltes sont produits par des volcans sous-marins ; et les laves poreuses par des volcans non-sous-marins. Le même volcan ne peut pas être en même temps et sous-marin et non-sous-marin. Comment donc ces laves coexistent-elles ensemble ? M. Patrin dira sans doute que la bouche du volcan peut être tantôt au-dessus, tantôt au-dessous du niveau de la mer. Mais il est à croire que

pendant tout le temps de la durée d'une coulée, la position de la bouche du volcan demeure toujours la même. Il n'en est pas d'une coulée comme des déjections instantanées. Je conviens que lorsqu'il ne s'agit que de ces dernières, elles peuvent avoir lieu tantôt au-dessus et tantôt au-dessous du niveau des eaux; mais il n'en est pas ainsi, lorsqu'il s'agit d'une coulée : la lave dont elle se compose, formant un jet continu qui se déverse sur les parois du cratère, comment concevoir que ce cratère s'élève et s'affaisse tour à tour ? La masse qui pèse sur lui ne permet pas de pareilles oscillations. Les coulées des monts d'Or présentent encore beaucoup de différences entr'elles dans leur texture, dans leur couleur, dans leur degré de volcanisation, dans leur homogénéité, en un mot dans les accidens divers qu'elles offrent. J'entrerai ailleurs dans de plus grands détails sur ces objets.

Quelquefois ces diverses coulées se sont croisées entr'elles, de manière qu'une coulée, dans une de ses parties, se montrera composée d'une lave différente de celle de la masse : on diroit que ce fragment a été comme enchâssé dans le corps de cette coulée. Cet accident, qui d'abord paroît singulier et étonne, s'explique cependant, comme vous voyez, bien facilement. Il ne faudroit pas néanmoins imaginer qu'une même coulée doit toujours se composer de lave de même nature : ce seroit une erreur. Une coulée peut donner naissance à différentes laves : les matières élaborées par les volcans peuvent offrir beaucoup de différences entr'elles; le mode d'élaboration de ces matières peut varier beaucoup; plusieurs accidens divers peuvent donner lieu à des combinaisons différentes. Quelquefois

diverses coulées se sont mêlées, confondues ensemble; et alors elles vous offrent un amas confus, un cahos de différentes matières volcaniques. Il est à remarquer que ces amas confus de diverses substances volcaniques ne doivent pas être toujours attribués aux mélanges de plusieurs coulées; ils paroissent par fois être produits par des secousses souterraines, qui ont ébranlé les assises des coulées, et les ont bouleversées. D'autres fois diverses coulées qui sont parties des monts d'Or, se sont superposées les unes sur les autres : il est des endroits dans lesquels vous en voyez 5, 6 se recouvrir mutuellement; mais ce n'est guère que dans la partie des monts d'Or, qui en constitue proprement le plateau, que vous pouvez observer un pareil accident : encore n'est-il bien saillant que dans le vallon de la Dordogne, à la droite de cette rivière; car, à sa gauche, les diverses assises des coulées sont bien loin d'être aussi distinctes; elles ne paroissent pas même si nombreuses. Dans certains endroits les laves sont même dans un état frappant de confusion et de bouleversement. Dans les autres vallons, lorsqu'il existe des traces de diverses coulées, ces traces sont également presque toujours confuses. Quelquefois les flancs des roches volcaniques qui les bordent, et dans le sein desquelles ils ont été creusés, paroissent se composer de la même nature de lave, quoiqu'ils soient élevés de plus de soixante mètres. Ces divers accidens se conçoivent et s'expliquent aisément. Des coulées plus nombreuses se sont dirigées vers une partie de l'horizon : la confusion des laves peut être produite, ou par le mélange des coulées, ou par des secousses de volcans. La hauteur des vallons qui semblent avoir été creusés dans

une même coulée de lave, n'a rien qui doive étonner: des coulées de volcans modernes ont une élévation aussi considérable.

Tous ces vallons offrent les plus grandes différences entr'eux ; et ils sont on ne peut plus curieux pour le naturaliste : avec quel intérêt, et en même temps avec quel plaisir on les parcourt! Dans ces lieux solitaires et sauvages, plantés ordinairement de sapins antiques, et où roulent avec fracas des torrens plus ou moins rapides; tout excite en vous des émotions profondes qu'on aime à ressentir; tout vous inspire un recueillement religieux; tout vous porte à l'étude de la nature; tout vous rend cette étude pleine des plus douces jouissances. Ces vallons ont été creusés les uns par les eaux; ils sont marqués du sceau de leur mode d'action : leurs parties correspondantes se composent souvent de même matière. Mais d'autres paroissent devoir au moins une partie de leur formation à quelque forte secousse de volcan, ou à quelque grande scissure de ces roches, produite par d'autres accidens.

Le nombre des coulées placées les unes sur les autres, diminue en général à mesure que l'on s'éloigne du foyer du volcan; et la cause en est facile à concevoir : près du foyer du volcan, les coulées, resserrées dans un espace étroit, étoient forcées de se superposer les unes sur les autres. Mais à mesure qu'elles s'éloignoient de ce point central, la circonférence du cercle dont elles parcouroient un rayon s'agrandissant, leur marche devenoit plus libre; elles pouvoient se répandre sur une plus grande étendue de terrein, et s'isoler des autres coulées. D'ailleurs il arrive quelquefois que des volcans vomiront des quantités peu considérables de laves, qui ne pourront par

conséquent s'étendre guère au delà des limites de leur foyer. Aussi vous trouverez dans les environs des monts d'Or des coulées dont il n'existe point de vestiges aux extrémités de cette chaîne. Les coulées de lave porphyritique sont nombreuses dans tout le pourtour de l'emplacement que j'ai fixé au cratère; et à sept ou huit mille mètres de distance, je n'en ai découvert aucune trace. A cet éloignement, toutes les coulées sont basaltiques. Ce n'est pas qu'à des distances bien plus grandes on ne trouve, en divers endroits de la chaîne, des blocs nombreux et considérables de lave porphyritique venus des monts d'Or : mais ces blocs sont isolés, ne constituent point de grandes masses continues, ne forment pas des coulées ; ils n'existent là que parce qu'ils y ont été charriés des monts d'Or : ainsi à Montégu-le-Blanc, à Pardine, à Monton, etc., on en trouve des blocs plus ou moins gros, mais qui n'appartiennent point à des coulées particulières à ces lieux-là.

Dans mes Observations, j'ai parlé d'une masse énorme de lave porphyritique vitreuse existante entre Coude et Montpeirou, à mi-côte; (voyez pag. 73 et suiv.). Diverses circonstances, qu'il est inutile de rapporter, m'avoient fait présumer que c'étoit une roche qui avoit brûlé sur place. Prévenu contre cette opinion, comme on peut aisément en juger par ce que j'ai dit dans l'ouvrage cité, j'ai été revoir cette masse porphyritique : son mode de formation m'a paru d'abord tel que je l'avois présumé ; mais des observations plus sûres m'ont fait changer de manière de penser. Ce qui surtout m'a fait abandonner ma première opinion ; c'est que j'ai vu sur le plateau de Montpeirou des fragmens de cette

même lave, et que j'en ai retrouvé en plusieurs endroits, en remontant aux monts d'Or par Nescher. On auroit dit que ces blocs avoient été déposés exprès dans ces lieux, pour pouvoir reconnoître la trace de la route qu'ils avoient suivie. Savoir si cette masse a été charriée dans cet endroit par les eaux, ou par des déjections boueuses des volcans, qui auroient formé une coulée : c'est sur quoi on ne peut que hasarder des conjectures. Il n'existe pas dans ce lieu-là des traces distinctes de coulée tuffeuse ; mais tant d'accidens divers auroient pu les faire disparoître, qu'il ne faut pas pour cela conclure qu'il n'y en a pas eu. Je crois cependant plus vraisemblable que ce bloc a été entraîné par les eaux. Leur force d'action, est, comme vous savez, incalculable, surtout quand elles sont abondantes, qu'elles se précipitent en torrent des cimes des montagnes, et qu'elles charrient avec elles des substances terreuses et pierreuses : leur puissance est en rapport avec leur volume et leur masse. De nouvelles observations m'ont appris aussi que l'immense bloc de basalte qui est auprès de la lave porphyritique, qui paroît faire corps avec elle, et que je croyois participer de la même origine, est un fragment d'une coulée. L'aveu des erreurs dans lesquelles des observations précipitées et inexactes l'ont fait tomber, est un devoir pour le naturaliste à qui la science est sincèrement chère, qui ne se laisse guider que par l'amour de la vérité, et qui n'imagine pas sottement avoir l'infaillibilité en partage, ou qu'il est honteux de se tromper. Quel est celui qui jamais n'a été obligé de renoncer à une opinion qu'il avoit embrassée, lorsqu'il a su céder à la conviction de la vérité ?

Des amas plus ou moins considérables de ces laves porphyritiques vitreuses se sont formés en plusieurs endroits, comme à Montégu-le-Blanc, à Monton, à Pardine, etc. : ceux-ci paroissent n'être que des fragmens de coulées tufeuses, produites par les déjections boueuses des volcans, ou par des déjections de matières pulvérulentes détrempées par des eaux; coulées qui auront entraîné ces laves porphyritiques. Les eaux ont concouru à la formation de ces roches : des couches s'y laissent apercevoir; et vous savez que la stratification est comme le sceau du mode d'action des eaux. Les blocs porphyritiques sont mêlés avec d'autres laves, et des substances terreuses qui paroissent avoir été au moins en partie vomies par les volcans, telles que des masses calcaires plus ou moins argilleuses, ordinairement à formes arrondies. La plupart de ces blocs ont été vraisemblablement détachés des coulées porphyritiques existantes aux monts d'Or; mais il en est d'autres que tout annonce avoir été rejetés isolés par les volcans; et je présume que c'est même le plus grand nombre.

LETTRE XX.

IL existe, Monsieur, dans la chaîne des monts d'Or beaucoup de dépôts de produits volcaniques, différens de ceux dont je viens de vous parler, qui se composent principalement de détritus de laves ponceuses; de matières pulvérulentes et de substances vaseuses, vomies

par le volcan : on en trouve à Mareuge, à Sail, aux Arnas, à Farges, à Lanteuge, à Sauvagnac, à la côte de Malvoissière, à la Bourboule, à Murat-le-Quaire, etc. Ces amas sont quelquefois très-considérables : tout dit que le volcan du mont d'Or a donné naissance à des quantités immenses de ponces. Dans la chaînedes monts Dôme, dans les environs de Polagnac, etc., des roches entières se composent de pareilles déjections, qui doivent également leur origine au volcan du mont d'Or. La lave dont se forment ces concrétions tufeuses est presque toujours plus ou moins altérée; surtout quand elle a été réduite entièrement à l'état de ponce : car il est de ces laves qui ne sont qu'à demi ponceuses, dans lesquelles on distingue encore les traits de la roche granitique qui par sa vitrification a produit la ponce; il est, dis-je, de ces laves qui n'ont éprouvé aucune espèce d'altération. Je parlerai ailleurs de cette roche ponceuse de Mareuge, si singulière et si curieuse par les passages divers qu'elle nous offre du granit peu altéré par les agens volcaniques à toutes les nuances de la ponce. J'ai découvert cette roche il y a trois ans : j'ai cru qu'elle avoit brûlé sur place; des traces de stratification que j'ai reconnues depuis m'ont fait renoncer à mon opinion.

Dans les environs de Farges, où les dépôts ponceux sont immenses, on trouve aussi mais très-rarement quelques fragmens de la roche de Mareuge. Il est à remarquer que tous ces divers dépôts offrent des différences entre eux : ce qui prouve qu'ils ont dû être faits à des époques différentes. Les dépôts ponceux sont si immenses dans les environs de Farges, qu'une grande étendue de sol en est entièrement couverte : des excavations y ont été faites, et servent d'asile au pauvre;

habitation pleine de dangers, parce que cette roche est peu solide, se compose de parties peu cohérentes entre elles : aussi de gros blocs se détachent souvent de ces voûtes mal assurées, menacent, exposent sans cesse la vie. L'ami des hommes s'attriste, quand il voit ses semblables réduits par la misère à se creuser des tanières dans les roches, comme des bêtes sauvages. Combien la position de ces infortunés est triste et douloureuse ! Combien un gouvernement paternel, à qui la vie des hommes et chère, et qui est jaloux de leur bonheur, doit se presser de venir à leur secours ! Ces habitations sont également on ne peut plus mal saines : ordinairement il n'y a qu'une seule ouverture assez étroite, qui est celle par laquelle on entre ; de sorte que l'air ne s'y renouvelle presque jamais : et il devient d'une qualité d'autant plus délétère, que la fumée y demeure concentrée, que le sol est presque toujours humide, et que souvent l'eau distille de la voûte. Il est à remarquer que dans plusieurs endroits de l'Auvergne, le pauvre n'a d'autre gîte que celui qu'il s'est creusé dans les roches, ou qu'il a disputé aux animaux qui l'y avoient cherché avant lui. A Monton, à la Roche-blanche, à la Roche-noire, aux Granges, aux environs de Coteuge, etc. etc. ce triste spectacle s'offre à vos regards. Il est à remarquer aussi que tous les ans il arrive quelque accident désastreux ; tous les ans quelque malheureux est écrasé sous les ruines, sous les décombres de leurs affreuses habitations. Eh ! qui sait combien il en a péri dans la série des siècles ? car le temps où les hommes ont établi leurs demeures dans ces cavernes, remonte à une époque si éloignée, qu'elle est inconnue. Maintenant ces repaires sont moins habités : la classe des

hommes en proie à la misère est moins nombreuse actuellement qu'elle n'étoit autrefois : et lorsque le pauvre a pu se construire une chaumière, il a abandonné précipitamment la caverne qu'il s'étoit creusée dans les roches. Si j'écrivois à quelqu'un dont l'âme fût moins compatissante que la vôtre, je n'aurois pas osé, en parlant des produits des volcans, faire la digression que je viens de faire : mais je suis bien sûr que vous me la pardonnerez. Celui qui n'est pas étranger au sort de ses semblables, qui s'intéresse sincèrement à leur bonheur, aime à connoître les malheurs qui les affligent.

Au nord-nord-ouest de Farges, il existe une autre roche qui est également le résultat des dépôts de matières volcaniques; et dont la texture est bien singulière : elle se compose d'une pâte assez homogène, d'une couleur grisâtre, remplie de cavités nombreuses plus ou moins grandes, dans lesquelles sont quelquefois enchâssées des parties ponceuses. La pierre est légère et cependant assez solide pour servir aux constructions. Des substances pulvérulentes et vaseuses, vomies par le volcan, paroissent être les principaux élémens constitutifs de cette roche : et les cellulosités que l'on y remarque semblent avoir été produites par la décomposition des fragmens ponceux qui en faisoient partie, et par l'expansion des gaz.

Au sud-est de cette roche est un grès à ciment argilo-calco-ponceux, dans la composition duquel entrent des détritus de matières volcaniques. Les parties quartzeuses dont il se forme sont-elles le résultat des débris des roches granitiques existantes sur la surface de la terre? Cela peut être : mais il peut être aussi qu'elles aient été rejetées par les volcans. Dire d'une ma-

nière précise quelle est leur origine, ce seroit hasarder une opinion. Toutes les fois qu'une substance minérale peut avoir divers modes de formation, on ne peut pas assigner sûrement quel est celui qui lui convient, à moins que les circonstances locales ne l'indiquent : et ici elles sont assez muettes. Si cependant je devois émettre un sentiment, je dirois qu'il est plus vraisemblable que les parties quartzeuses ont été rejetées par les volcans.

Tous ces amas tufeux plus ou moins considérables dont je viens de vous parler, se trouvent toujours adossés contre quelque roche, et gissans dans les anfractuosités des vallons. Je vous entretiendrai ailleurs des autres accidens qu'ils offrent.

J'avois cru que quelques-unes de ces roches étoient le résultat des déjections des volcans qui avoient brûlé dans les environs : (voyez mes Observ., p. 167 et suiv. des notes) : de nouvelles observations m'ont dissuadé de cette opinion. A des distances plus ou moins éloignées de l'endroit où elles se trouvent, je n'ai pas pu, malgré les plus grandes recherches, apercevoir le plus léger vestige de cratère : ce qui prouve que toutes les matières volcaniques dont se composent ces roches, ont dû venir des monts d'Or. Ce qui le prouve aussi ; c'est qu'en remontant les vallons correspondans, vous en découvrez de loin en loin quelques traces : et je dois vous faire remarquer encore, que vous les retrouvez aux monts d'Or. C'est par de pareilles recherches, toujours longues et pénibles, que l'on parvient à s'assurer du lieu de l'origine de ces diverses substances. Vous jugez par conséquent que le sol de l'Auvergne n'étoit pas originellement ce qu'il est maintenant : dans l'état actuel

des choses de pareils transports seroient impossibles. Ces dépôts se trouvent séparés des monts d'Or par de vastes et profonds vallons : ces vallons n'ont donc été creusés que depuis la formation de ces dépôts. La vérité de cette induction ne peut pas être révoquée en doute : elle est d'autant plus certaine qu'elle est appuyée sur d'autres preuves ; mais ce n'est pas ici le lieu de les exposer.

Quoique les coulées parties des monts d'Or offrent beaucoup de différences dans la nature des produits dont elles se composent, il n'est cependant pas douteux qu'un seul et même volcan a pu donner naissance à tous. Personne n'ignore que les matières vomies par un volcan à diverses époques sont souvent très-différentes : et ce n'est nullement étonnant, comme je l'ai déjà remarqué ; les matières élaborées par les volcans peuvent être différentes ; le mode lui-même d'élaboration peut être différent. Les coulées de l'Etna et du Vésuve sont bien loin de se composer toujours des mêmes substances : la même coulée offre quelquefois des différences dans ses produits.

LETTRE XXI.

Dans toute durée, quelle qu'elle puisse être, Monsieur, on peut distinguer un commencement, un milieu et une fin ; que l'on désignera, si l'on veut, par le nom d'époques ou d'âges. On pourra par conséquent distinguer trois âges ou trois époques dans la formation des coulées

des monts d'Or : car il est bien certain qu'elles n'ont pas été produites simultanément ; il en est dont l'origine date des premiers temps de l'inflammation du volcan; il en est au contraire qui doivent leur naissance à ses dernières déjections; d'autres ont eu lieu dans les espaces de temps intermédiaires entre ces deux époques principales. Mais on se trompe souvent en déterminant l'âge des coulées : il en est que l'on regarde communément comme les plus jeunes de toutes, et qui sont les plus anciennes ou des plus anciennes. Les naturalistes en général croient que les coulées qui se sont répandues dans les vallées datent des derniers temps du volcan. Cette opinion seroit sans doute fondée, si toutes les vallées avoient été creusées par les eaux fluviatiles : il seroit bien évident alors que l'âge des coulées seroit en rapport avec l'élévation des vallées, ou avec la hauteur des lieux dans lesquels elles se seroient répandues; et par conséquent que celles qui auroient inondé de leur lave ce qu'on appelle proprement vallées, qui sont les dernières creusées par les eaux, seroient les dernières coulées, celles du troisième ou dernier âge. Mais j'ai déjà dit que dans la chaîne des monts d'Or, il existoit des vallées antérieures à l'inflammation des volcans, antérieures même à l'irruption des eaux de la mer dans ce pays. Ces vallées peuvent par conséquent avoir reçu les premières déjections des volcans, suivant leur propre position, et la direction des coulées. Tout annonce réellement que la lave qui a comblé les vallées que j'appelle anciennes, est tout au moins contemporaine de celle qui est gissante sur les cimes des montagnes : et je conçois très-bien, l'existence des vallées anciennes supposée, que des coulées ont pu se diriger vers ces

vallées

vallées, et d'autres se répandre dans les vallons que les eaux fluviatiles commençoient à se creuser dans les parties élevées du sol où le volcan s'étoit allumé. Car les vallées n'existoient que dans certains endroits : et tout le reste du sol élevé au-dessus de ces vallées formoit comme un tertre plein et uni, qui fut sillonné ensuite par les eaux pluviales et fluviatiles.

Je dirai même plus ; c'est qu'il paroît que du moins dans certains endroits, les laves ne se sont répandues sur les parties élevées du plateau où brûloit le volcan, qu'après avoir comblé entièrement les vallées, et les avoir mises de niveau avec ces portions exhaussées du sol. Je crois vous avoir déjà dit qu'on pouvoit faire cette observation dans les environs de Murol.

Quoi qu'il en soit, il est certain que ce n'est pas d'après les localités, que nous pouvons juger de l'âge des coulées, de l'époque plus ou moins antérieure ou postérieure où elles ont été formées ; puisque des coulées contemporaines peuvent se trouver les unes dans des vallons, les autres sur les cimes des montagnes. Il est donc certain aussi qu'il est impossible de fixer d'une manière précise et sûre l'âge des coulées, parce que tous les autres caractères à l'aide desquels on veut le déterminer sont très-incertains : (voyez ce que j'en ai dit dans mon ouvrage sur les volcans, p. 91 et suiv.). Les observations que j'ai recueillies dans ma dernière course, m'ont appris surtout qu'il n'est pas de caractère plus incertain que celui qui est emprunté de l'état de conservation ou de décomposition de la lave. Je pourrois, si je voulois, citer des milliers d'exemples qui prouveroient, qu'on se tromperoit bien grossièrement si on vouloit asseoir sur lui son jugement.

L'existence des laves poreuses en plus ou moins grandes quantités, ne peut non plus offrir aucune espèce de caractère pour la distinction d'âge des coulées des volcans anciens.

L'opinion de quelques naturalistes est que les coulées des monts d'Or sont séparées les unes des autres par de grands intervalles de temps : et imaginant qu'elles ont été très-nombreuses, ils concluent que les monts d'Or ont dû brûler pendant une série incalculable de siècles. Cette opinion est bien loin d'être fondée : d'abord, les coulées ne sont pas à beaucoup près aussi nombreuses qu'on voudroit le faire accroire, comme je l'ai déjà remarqué. D'ailleurs le fussent-elles, on ne pourroit tirer de ce fait aucune induction en faveur de la longue durée de l'inflammation du volcan : les coulées et les coulées les plus abondantes se succèdent quelquefois très-rapidement. Les historiens de l'Etna rapportent que dans le dix-huitième siècle ses éruptions furent très-nombreuses et que toutes donnèrent naissance à de grandes coulées; il y en eut en 1727; en 1732; en 1735; en 1747; en 1755; et en 1787, trois presque consécutivement; une au mois de juillet, une autre au mois d'août, une autre au mois d'octobre. Le Vésuve lui-même, quoique beaucoup moins considérable que l'Etna, a cependant quelquefois ses éruptions très-rapprochées les unes des autres et très-abondantes : il s'en opéra en 1731; en 1734; en 1737; en 1751; en 1754; en 1759; en 1784; en 1794; en 1799. Il est à remarquer que c'est dans le même siècle que les éruptions de l'Etna ont été aussi les plus abondantes et les plus nombreuses : ce qui porteroit à croire qu'ils communiquent entre eux. D'autres faits viennent au secours de cette

conjecture ; mais ce n'est pas ici le lieu d'entrer dans ces détails. Je sais bien que dans les volcans en activité, les éruptions ne se succèdent pas ordinairement avec une si grande rapidité : mais considérez qu'il n'en est pas des volcans qui brûlent comme des volcans anciens ; tout annonce que dans ces derniers volcans les agens volcaniques devoient être doués d'une bien plus forte énergie, d'une bien plus grande puissance, que dans les volcans en activité. Leurs éruptions devoient par conséquent être et plus nombreuses et plus abondantes.

D'ailleurs si on ne veut pas se faire illusion, et se montrer jaloux de bâtir de vains systèmes, on est forcé de convenir que les laves qui appartiennent au volcan du mont d'Or ne paroissent pas d'un âge bien dissemblable ; que les différences que l'on observe entre elles dépendent de mille circonstances accidentelles qui ne tiennent guère à leur ancienneté. J'ai visité à peu près toutes les coulées ; j'ai comparé entre eux leurs divers produits avec la plus grande attention, et sans aucune espèce de prévention ; en observant que les circonstances du gissement, de la texture, fussent les mêmes : elles m'ont offert toutes à peu près les mêmes accidens ; et il m'a été impossible d'asseoir aucun jugement sur les différences de leur âge. Je sais bien qu'avec ces mots scientifiques et imposans d'âge, d'époque de l'existence des laves, qui paroissent annoncer qu'on tient entre ses mains les registres de la nature, et qu'on est entièrement initié à ses plus mystérieux secrets, on excite plus fortement l'admiration des sots ; on fait montre d'un plus vaste savoir, d'une érudition plus étendue : mais le naturaliste ami du vrai, et digne de ce nom respectable, sait se mettre au-dessus de toutes ces spécu-

lations de la vanité, et de tous ces calculs d'un ridicule amour-propre : il ne dit pas ce qui peut lui mériter les suffrages des hommes; il dit ce qu'il croit vrai; et s'il lui arrive de se tromper, il avoue ingénument ses erreurs.

Les quantités de laves existantes encore, appartenant aux coulées des monts d'Or, sont immenses : jugez combien elles ont dû l'être davantage originellement, avant que les eaux fluviatiles les eussent tant dégradées. Des calculs approximatifs me portent à croire qu'il a disparu de dessus le sol de l'Auvergne plus de la moitié de la lave vomie par les volcans du mont d'Or : et vous en jugerez ainsi vous-même, quand vous réfléchirez que les eaux ont fait des coupures sans nombre et de grandes coupures dans les coulées; que primitivement ayant été en général errantes et vagabondes sur les cimes des montagnes, elles ont détruit par leur érosion les parties supérieures des coulées; qu'elles se sont creusé dans ces coulées un lit quelquefois large et profond; parce que celles-ci s'étant répandues dans les vallons, il a bien fallu nécessairement qu'elles se frayassent un passage dans ces coulées. Vous savez que toute la lave vomie par les volcans des monts d'Or, ne se renferme pas dans l'enceinte de cette chaîne, qu'elle s'est répandue bien au delà de ses limites à l'est, à l'ouest et au nord : car elle recouvre une grande partie du sol des monts Dôme.

On ne s'accorde pas sur la circonscription de la chaîne des monts d'Or; parce qu'on n'est pas d'accord sur les lieux où l'on doit placer ses bornes. Son étendue du sud au nord peut être d'environ cinquante à soixante mille mètres (10 à 12 lieues) : son étendue de l'est à l'ouest est bien loin d'être la même dans toutes ses

parties. Dans les parties supérieures ou méridionales, elle peut avoir soixante à soixante-dix mille mètres (12 à 14 lieues) : dans les parties inférieures ou septentrionales, elle n'a guère que six à sept lieues. Vous jugez que de pareilles mesures ne peuvent être prises qu'approximativement, dès le moment que ses limites sont incertaines. Je vous ai d'ailleurs prévenu que les distances que je mesurois sont prises sur une ligne droite; et vous sentez combien une pareille manière de calculer les distances doit être peu exacte et peu sûre, dans les pays de montagnes surtout, à cause des longs circuits des chemins qui y sont tracés.

LETTRE XXII.

Dans les diverses parties de la chaîne des monts d'Or, Monsieur, et même au delà de ses limites, mais non loin cependant de ses confins, il existe beaucoup de lacs : c'est surtout entre les parties intermédiaires entre les chaînes qu'ils sont les plus nombreux. Il en existe bien dans les parties latérales, vers les autres parties de l'horizon; mais ils sont en plus petit nombre. Leur grandeur varie beaucoup, ainsi que leur profondeur qui cependant n'est jamais bien considérable. Leurs formes en général sont elliptiques. Quelques-uns ont des contours très-irréguliers. Il en est dans lesquels des eaux fluviatiles se jettent, et qui en rejettent des quantités à peu près égales : d'autres ont des versoirs plus ou moins considérales; et ne reçoivent cependant que

de petites quantités d'eau : ceux-ci sont alimentés par des sources abondantes.

Beaucoup de naturalistes prennent ces lacs pour autant de bouches de volcans, pour autant de cratères : cette idée se présente véritablement tout d'abord à l'esprit, quand ils s'offrent à vos regards. Vous voyez des produits volcaniques : vous ne voyez pas de bouche de volcan ; et vous imaginez que ces lacs sont des cratères. Mais quand on les observe avec la plus grande attention ; et qu'on réfléchit sur leurs divers accidens, on sent bientôt que cette opinion est on ne peut plus mal fondée. Si ces lacs étoient des cratères, on en verroit partir des coulées : et cependant on ne voit aucun d'eux donner naissance à des coulées. J'ai parcouru plusieurs de ces lacs dans tout leur pourtour : je n'ai jamais pu apercevoir le plus léger vestige de coulée qui y prît son origine.

Si ces lacs étoient des cratères, on verroit sur leur bord des laves poreuses et scorifiées ; les cratères ne se composant que de ces espèces de laves : quelques dégradations que l'on suppose être arrivées à ces cratères, il est évident que s'il en restoit encore des vestiges, on y découvriroit des laves poreuses et scorifiées. Or, sur leurs bords vous en chercheriez presque vainement : elles y sont extraordinairement rares ; et tout même annonce que celles que l'on y trouve y ont été apportées d'ailleurs par les eaux qui s'y jettent. Désireux de fixer mon opinion sur leur mode de formation, et de connoître quelle étoit la nature des laves dont se composoit leur pourtour, j'ai fait creuser sur les bords de plusieurs lacs et en plusieurs endroits différens : car on ne peut pas en juger par les laves que l'on trouve sur la surface de la terre ; elles peuvent y avoir été charriées

par mille accidens divers : partout j'ai rencontré du basalte. Si ces lacs eussent été des cratères, on auroit dû au contraire trouver dans ces excavations des laves poreuses et scorifiées. Cette assertion me paroît évidemment vraie.

Aussi il est à remarquer qu'à de très-petites distances des bords, on retrouve presque toujours le basalte ; quelquefois même des colonnes basaltiques droites ceignent tout le pourtour du lac : et j'ai prouvé qu'un pareil accident étoit incompatible avec l'existence d'un cratère de volcan dans ce même lieu. (Voyez ce que j'ai dit, dans mes Observ., du lac Pavin, p. 108 des notes; des lacs de la Pinide, 105 et suiv. des notes). Il est inutile de rappeler des réflexions que j'ai déjà faites.

Ce qui prouve encore que ces lacs ne sont pas des cratères, c'est qu'ils sont lacs. J'avois cru qu'il étoit possible qu'un cratère fût transformé en lac : (voyez ce que j'ai dit dans mes Observations pag. 87 et suiv.) J'avois même cru que le lac des Bouchers, dans le département de la Haute-Loire, en offroit un exemple. (Voyez mes Observations, pag. 106 et suiv. des notes). Toutes les observations que j'ai pu recueillir depuis m'ont appris le contraire ; de sorte que je ne doute nullement qu'un cratère ne sera jamais un lac. Rappelez ce que je vous ai dit à ce sujet dans ma quatrième lettre, où je vous parle des lacs des monts Dôme. Si des cratères avoient pu devenir des lacs, parmi les cratères de l'existence desquels personne ne doute, il s'en trouveroit certainement quelqu'un qui seroit converti en lac : et cependant aucun de ces cratères n'est un lac : et ce n'est nullement étonnant ; leur structure, comme je l'ai remarqué aussi, s'oppose à ce qu'ils se convertissent jamais en lacs:

les laves poreuses et scorifiées dont ils se composent communément, laissant les eaux s'infiltrer, ne peuvent pas par conséquent les retenir concentrées.

Une autre considération qui ne permet pas de croire que ces lacs aient été des cratères, c'est qu'il en est plusieurs dans lesquels il existe des sources plus ou moins abondantes : or, des sources ne peuvent pas naître parmi des débris de volcans éteints. Parmi les débris des volcans en activité, il peut se former de petites sources; et l'illustre Dolomieu en rapporte un exemple dans ses immortels ouvrages. Mais ces sources ne sont dues qu'aux combinaisons des substances gazeuses qui s'échappent des volcans. Ces sources ne doivent point leur naissance à d'autres causes. Empêchez l'échappement des substances gazeuses; et ces sources, étonnées, pour ainsi dire, de leur existence, tariront à l'instant. Dans les volcans éteints, de pareilles émanations ne pouvant pas avoir lieu, des sources ne peuvent par conséquent pas être produites par elles.

Quelles sont donc les causes qui ont donné naissance à ces lacs? Ainsi que ceux des monts Dôme, ils ont été produits par deux causes différentes : il en est qui ont été formés par des coulées qui, en élevant une digue plus ou moins haute sur le courant des eaux fluviatiles, les ont closes et retenues prisonnières dans le vallon dans lequel elles couloient : d'autres doivent leur origine à des explosions des substances aériformes renfermées dans les abîmes des volcans. Il est des lacs tels que ceux de Pavin, de la Pinide, etc. etc., dont le mode de formation devient inexplicable, si on ne suppose qu'ils ont été produits par des explosions gazeuses. Dans mes Observations, j'ai donné aux diverses

raisons sur lesquelles j'ai fondé mon opinion, tout le développement dont elles pouvoient avoir besoin : (voyez pag. 108 et suiv. des not. et page 105 des notes). Or, s'il est des lacs qui paroissent évidemment devoir leur existence à une pareille cause, il est à croire que ce mode de formation est celui de tous les lacs qui n'ont pas été formés par des coulées; ils offrent tous, à quelque légère différence près, les mêmes accidens: sur les bords de tous, et à une plus ou moins grande profondeur dans la terre, vous apercevez ou du basalte informe, ou du basalte affectant des formes régulières; et sur les bords d'aucun, vous ne trouverez presque jamais de laves poreuses et scorifiées. Tous ces lacs vous disent qu'ils ont été construits de la même manière.

Un autre accident bien frappant que j'ai remarqué, et qui me paroît prouver d'une manière convaincante que ces lacs sont le résultat d'une explosion, c'est que la coulée qui se trouve rompue sur un bord est continuée sur l'autre bord opposé : et vous ne pouvez pas vous méprendre; c'est la même texture, la même nature de basalte; tout vous annonce que ces deux parties ont formé primitivement une masse commune; et rien ne vous est plus facile que de les réunir par la pensée : or cet accident est encore inexplicable si on n'a point recours, pour la formation des lacs, à des explosions volcaniques. Il est des réflexions auxquelles je donnerois une extension plus grande, si j'écrivois à d'autres qu'à vous; mais à vous il suffit de les indiquer. Remarquez que cet accident, ainsi que tous les autres que ces lacs peuvent offrir, s'expliquent d'une manière facile et satisfaisante, quand on a recours, pour leur formation, à des explosions gazeuses : ainsi vous expliquez comment sur leurs bords peut se trouver du ba-

salte à masses informes et régulières, des prismes basaltiques droits; comment on n'y rencontre presque jamais des laves poreuses; comment dans tout leur pourtour il peut exister une espèce de banquette; comment des sources plus ou moins abondantes peuvent jaillir dans leur sein : et dans toute autre opinion ces accidens sont inexplicables. Une opinion à l'aide de laquelle, et à l'aide de laquelle seule tout s'explique de manière à contenter la raison, doit être regardée comme vraie.

En vous parlant des lacs des monts Dôme, j'ai prouvé qu'ils ne pouvoient avoir été produits que par des explosions des volcans : ceux des monts d'Or doivent donc leur naissance à la même cause; car ils se montrent avec les mêmes traits qui caractérisent ceux des monts Dôme. (Voyez ma IVe lettre.)

Ainsi qu'aux monts Dôme, rien ne peut seulement faire soupçonner que les lacs existans dans la chaîne des monts d'Or, puissent devoir leur existence à des affaissemens de sol dans des excavations creusées par des fleuves souterrains.

Je vous ai fait remarquer dans ma IVe lettre que les lacs répandus dans les diverses parties de la chaîne des monts Dôme, annonçoient que tous les volcans de cette chaîne communiquoient entr'eux. Les lacs nombreux existans dans les parties intermédiaires, entre les lieux où se sont allumés les volcans des monts Dôme et des monts d'Or, apprennent aussi que ces volcans communiquent mutuellement, et ne permettent même pas d'en douter. Ils nous apprennent aussi quelle est la marche que les agens volcaniques ont comme suivie depuis les monts d'Or jusqu'à la chaîne des monts Dôme; ils décèlent les traces de la route qu'ils ont parcourue; et cette connoissance peut devenir importante. Tout est à observer, tout mérite

d'être observé dans les volcans; et les accidens que nous regardons comme les moins dignes d'être remarqués, sont peut-être ceux qui nous instruiront davantage sur la nature des phénomènes qu'ils offrent. J'ai peine à me persuader que la marche des agens volcaniques soit entièrement livrée au hasard : je suis porté au contraire à croire qu'elle est calculée, tracée et soumise à des lois inviolables. Tout dans la nature est admirablement coordonné : les volcans entrant dans l'économie de l'univers, doivent avoir également leurs lois; et telle est la puissance et la prévoyance de l'ouvrier éternel de ce monde, que toutes leurs fureurs seront impuissantes pour les enfreindre. La mer a des bornes : les volcans ont aussi les leurs; et ils ne les dépasseront jamais. Leur marche ne peut donc pas être bizarre et capricieuse; elle me paroît d'autant plus digne d'être observée, qu'elle doit tenir à leur nature. Ainsi on connoît là manière d'être, la nature des êtres vivans, en connoissant leur mode de progression. Avant de nous attacher à connoître l'organisation intérieure des volcans, si j'ose m'exprimer ainsi; attachons-nous à connoître leur organisation extérieure; étudions attentivement tous leurs traits apparens.

Ces lacs donnent encore une leçon importante; ils apprennent quelles sont les limites jusqu'où se sont portés les agens volcaniques; quelle est l'étendue et la direction des canaux volcaniques dans le sein de la terre: car tout annonce qu'il y existe des excavations formées par les volcans. Ces lacs nous fournissent les moyens de tracer la carte géographique souterraine volcanique. Les substances aériformes renfermées dans les abîmes des volcans, s'agitant dans tous les sens,

peuvent sans doute s'ouvrir des passages au dehors dans toutes les parties de ces voûtes souterraines ; mais tout dit qu'assurément elles s'efforceront surtout à s'en ouvrir un aux extrémités des canaux qui ont été creusés ; parce que c'est là que se portent particulièrement leurs efforts. Ainsi on peut juger quelle est l'étendue de pays, qui a été parcourue par les agens volcaniques ; et quelle est la route qu'ils peuvent avoir tenue pour se transporter d'un endroit dans un autre.

En général les explosions se sont faites à des distances assez éloignées les unes des autres pour que les lacs demeurassent isolés : mais quelquefois elles se sont faites dans des espaces si rapprochés, que deux, trois lacs se sont confondus ensemble, et n'ont formé qu'un seul et même lac, comme à la Landie. Il est facile de reconnoître si un lac est le résultat d'une seule explosion ; ses formes sont alors régulières : elles sont au contraire irrégulières, s'il a été produit par plusieurs explosions ; et sa manière d'être est telle que vous pouvez compter le nombre des explosions auxquelles il doit son origine : chacune a laissé dans le sol son empreinte particulière. Lorsque je vous ai entretenu des lacs des monts Dôme, j'ai dit que la force d'action des gaz en expansion devoit être immense ; qu'elle étoit d'autant plus grande que l'eau réduite en vapeurs, dont la puissance est également incalculable, concourt avec elle ; et qu'elle avoit pu par conséquent aisément ébranler et soulever le sol supérieur correspondant aux excavations qui ont été faites. (Voyez ma IVe lettre).

Vous n'ignorez pas qu'il est, dans différentes parties du globe, des lacs que l'on regarde comme des cratères d'anciens volcans ; tels que celui de la Rocca-Monfina

dans la Campanie ; celui de Kaiserstuhl dans le Brisgaw ; celui de la Sierra de l'Estrella dans les environs de Coimbre ou Conimbre dans le Portugal ; ceux d'Agnano et d'Averne près de Naples, etc. : peut-être ne doivent-ils leur origine qu'à la même cause qui a produit les lacs des monts d'Or ? J'aime à vous soumettre cette idée ; et je désirerois beaucoup que les naturalistes, qui seront à même de visiter ces lacs que je viens de nommer, ou d'autres que l'on regarde comme d'anciens cratères, s'assurassent par de nouvelles observations s'ils le sont réellement, ou s'ils ne sont que le résultat d'explosions gazeuses des volcans. J'ai observé que ces lacs offroient presque toujours quelque accident particulier qui déceloit leur mode de formation. Je sais que les mêmes effets dans la nature ne sont pas toujours dûs aux mêmes causes ; mais convenez que l'identité des effets est du moins une bien grande présomption en faveur de l'identité des causes ; et si l'analogie nous trompe quelquefois, elle est cependant ordinairement un sûr moyen de fixer notre jugement. Voilà pourquoi dans les sciences naturelles il faut étudier les analogies ; elles vous offrent un fil secourable au milieu des phénomènes sans nombre de la nature : elles peuvent égarer nos pas, je le répète ; mais le plus souvent elles les dirigent d'une manière sûre ; elles nous conduisent comme par la main pour nous faire arriver au but.

Ce sont ces mêmes analogies qui m'engagent à croire que, dans les diverses parties du globe, il est beaucoup d'autres lacs qui ont été formés par des explosions gazeuses volcaniques. La cause qui a produit tant de lacs dans la chaîne des monts d'Or, n'en auroit-elle point

produit dans les autres pays qui ont été volcanisés ainsi qu'elle? Ce seroit une chose bien étonnante : et dans presque tous les pays de l'univers ont brûlé ou brûlent des volcans. Le mode de formation de ces lacs est peut-être inconnu ; ou peut être attribué à des causes qui lui sont entièrement étrangères, et qui n'ont influé en rien sur leur existence.

LETTRE XXIII.

On imagine communément, Monsieur, que tous les volcans modernes se sont allumés dans l'enceinte des monts Dôme, et que dans l'enceinte des monts d'Or, il n'y a eu que des volcans anciens ; c'est une erreur bien grande. Dans la chaîne des monts d'Or ont brûlé aussi des volcans modernes : il s'en est allumé un non loin de Murol, qu'on appelle Tartaret ; un autre près du lac Pavin, qu'on appelle puy de Montcha ou Mont-Chaud ; un autre à cinq ou six mille mètres au sud de Montcha, qu'on appelle le puy de Monsineire ; un autre dans les environs de Coteuge, etc. etc.

Ces volcans ont tous les traits qui caractérisent les volcans modernes : ils ont vomi des quantités immenses de laves poreuses et scorifiées. Les coulées auxquelles ils ont donné naissance se sont répandues dans les vallées les plus modernes et les plus profondes de la chaîne des monts d'Or, et sont hérissées à leur surface d'aspérités et de montuosités plus ou moins saillantes ; ainsi que les coulées des volcans de la chaîne des monts

Dôme. Il est donc impossible de révoquer en doute que ces volcans n'appartiennent à la classe des volcans modernes. S'il faut même en juger par leur air, leur physionomie, par l'aspect de leurs laves, et par leur état de fraîcheur, ces volcans sont assurément plus modernes qu'aucun de ceux qui ont brûlé dans la chaîne des monts Dôme. De tous ceux qui s'y sont allumés, aucun n'a une origine aussi peu ancienne, ne date d'une époque aussi peu éloignée de nous, que celui de Graveneire : comme les empreintes du feu paroissent récentes sur ses laves poreuses et scorifiées ! Eh bien ! les empreintes du feu paroissent plus récentes encore sur les laves poreuses et scorifiées des volcans modernes de la chaîne des monts d'Or. Elles n'ont pas éprouvé la plus légère altération, quoique existantes dans les montagnes les plus élevées de l'Auvergne, où les variations éternelles de l'atmosphère, les eaux pluviales et fluviatiles, les neiges, les frimats, les ouragans, tous les élémens enfin conspirent à leur destruction. Si l'existence des volcans qui ont vomi ces laves, n'est pas postérieure à l'origine des volcans les moins anciens des monts Dôme, elle lui est du moins contemporaine.

Ces volcans modernes des monts d'Or ont dû être considérables : leurs coulées le sont ; au moins celles de Tartaret, et des puys de Montcha et de Montsineire. Celle de Tartaret a parcouru un long espace : je l'ai suivie, dans l'étendue de plus de dix mille mètres, jusqu'au delà de Sailhans, où est une cascade produite par une fraction d'une coulée, non pas moderne, comme on l'a dit, mais ancienne. Elle s'est répandue dans un vallon qui a été creusé par les eaux, en partie dans des roches granitiques ; en partie dans des coulées des vol-

cans anciens. Ses produits se sont mêlés avec les leurs ; et il est quelquefois très-difficile de distinguer quels sont ceux qui appartiennent aux volcans anciens et aux volcans modernes.

Dans le vallon où s'est déversée la coulée de Tartaret, s'élèvent, sur la direction de l'ouest à l'est, plusieurs monticules volcaniques, presque toujours contigus l'un à l'autre, et se touchant par leurs bases : j'en ai compté plus de quarante. Ils se composent de laves presque toutes fortement scorifiées : elles ne sont nullement altérées. Leurs quantités sont immenses : calculez toutes celles qui sont nécessaires pour donner naissance à tant de monticules, dont la plupart sont assez élevés et assez considérables. Cependant les quantités de ces laves ont dû être originellement bien plus immenses encore ; les eaux pluviales et fluviatiles doivent en avoir entraîné beaucoup. Le mode de formation de ces monticules ne me semble pas facile à expliquer. L'opinion qui paroît la plus vraisemblable, est qu'ils sont le résultat d'explosions souterraines ; et c'est la première idée qui se présente à l'esprit, quand vous voyez ces espèces de taupinières. Mais comment, ces explosions ayant été faites à des distances si rapprochées, ne s'est-il pas formé quelque grande excavation ? Comment les parois qui séparent de pareilles excavations, produites par ces explosions, ont-elles pu subsister sur leurs fondemens ? Comment ces espaces de terrein intermédiaires n'ont-ils pas été renversés par les commotions qu'ils doivent avoir ressenties ? Les quantités de laves, dont se composent ces monticules, étant immenses, ayant dû par conséquent être immenses dans les abîmes du volcan, comment se fait-il qu'elles n'aient été rejetées

que

que par pelotons, pour ainsi dire? Comment n'ont-elles pas été vomies en masse; et surtout ces explosions partielles s'étant faites dans un espace très-resserré? Encore si ces explosions se fussent faites à des temps éloignés les uns des autres; mais tout annonce qu'elles sont toutes contemporaines, et que la date de leur origine est la même. Ces difficultés ne sont pas faciles à résoudre.

J'avois cru que ces monticules volcaniques étoient des fragmens d'une masse immense de laves poreuses et scorifiées, vomies dans cette vallée par Tartaret; masse qui auroit été divisée par les eaux : mais tout dit qu'alors ils ne seroient pas si rapprochés, et que de plus grandes distances les sépareroient. D'ailleurs, on trouveroit sur ces laves quelque trace des dépôts des eaux; et on n'en voit nul vestige : puis les eaux qui coulent dans ces vallons ont leur cours de l'ouest à l'est; et les plans de division de ces monticules volcaniques sont dans la direction du nord au sud. Il est encore à croire que s'ils devoient leur origine aux eaux, ils n'auroient point en général les formes coniques qui les caractérisent; ce ne seroit que des tas informes. Ces considérations m'ont fait renoncer à cette opinion. Il est à considérer aussi qu'à Sailhans, à dix mille mètres loin de ces monticules, on en retrouve d'autres composés des mêmes laves, qui ont les mêmes formes, et qui ne peuvent être que le résultat des explosions volcaniques. Or, comme tous ces divers monticules ont indubitablement la même origine, il est à croire que ceux qui existent dans le vallon de Murol, ont été également produits par des explosions gazeuses.

Les déjections des laves poreuses et scorifiées, auxquelles a donné naissance Tartaret, ont dû également

être immenses : les vallons voisins en sont encore encombrés; des montagnes qui sont dans les environs en sont presque entièrement couvertes.

Il est à remarquer que Graveneire et Tartaret ont la plus grande analogie entr'eux dans leurs produits volcaniques : la lave de la coulée de Tartaret est de la même nature que celle de Graveneire, est également plus compacte que poreuse, renferme du péridot; et tous les deux ont vomi des quantités immenses de laves scorifiées.

Le volcan de Tartaret a deux cratères : le principal, qu'on appelle *Coulan-Grand*, est informe; le plus petit, qu'on nomme *Coulan-Rond*, a des formes très-régulières. Le petit cratère a été sans doute formé postérieurement au grand; et tout porte à croire que les formes de celui-ci n'ont été altérées que par les déjections du dernier, et peut-être encore par les secousses imprimées à la montagne, lorsqu'il s'est ouvert.

Le volcan de Tartaret s'est allumé dans du granit que je crois être primitif. Toutes les montagnes environnantes sont aussi granitiques; et leurs sommets sont presque tous surmontés par des coulées de volcans anciens. Ces granits offrent les plus grandes différences entr'eux, dont le détail n'entre pas dans le plan de ces lettres. Je ne puis cependant pas m'empêcher de vous faire remarquer qu'il est une de ces roches on ne peut plus curieuse, parce qu'elle passe à l'état d'asbeste; et que dans une autre il existe un beau filon de cornéenne.

Non loin de Tartaret est un lac qu'on appelle *Chambon* : la coulée de Tartaret auroit suffi pour le former; mais tout dit qu'il est principalement le résultat d'une explosion volcanique. Auprès du lac est une immense

roche tufeuse, nommée *Dent-du-Marais*, digne de fixer les regards du naturaliste par sa structure : les matériaux dont elle se compose viennent des monts d'Or. L'opinion des naturalistes, qui la regardent comme ayant été produite par les déjections du Tartaret, n'a nulle vraisemblance ; tout milite contre elle.

Dans ma lettre X^e^. je vous ai déjà fait remarquer cette expression de *Tartaret*, qui signifie *Tartare* ou *Petit-Tartare ;* dénomination qui fait évidemment allusion au Tartare des anciens; et qui ne lui a été donnée qu'à raison de la grande abondance des laves torréfiées qu'il a vomies, et de la coulée considérable à laquelle il a donné naissance. Vous vous rappelez sans doute que, dans la même lettre, je vous ai dit que tout annonçoit que de pareilles dénominations n'avoient pu être imaginées que par des hommes témoins de la déflagration des volcans ; ce qui prouve que ce pays étoit habité quand ils ont brûlé.

Une autre dénomination singulière, et qui appelle la réflexion de celui qui se demande compte de tout, c'est celle de *Coulan-Grand* et de *Coulan-Rond*. Dans l'idiome patois du pays, ce mot *coulan* signifie un versoir par lequel s'est épanchée une matière fluide ; or, je vous le demande, peut-il y avoir une expression plus énergique pour désigner un cratère ? Pareille dénomination auroit-elle jamais été donnée à un cratère de volcan, si on n'en avoit vu découler la lave ? Et remarquez encore ces dénominations de Coulan-Grand et Coulan-Rond : le cratère principal par lequel se sont faites les plus abondantes déjections du volcan, est appelé *Coulan-Grand*, le grand versoir ; l'autre cratère, qui n'est qu'un cratère secondaire, et qui ne s'est ou-

vert, selon toutes les apparences, que lorsque le volcan a eu fini de vomir sa coulée, et que son cratère s'est trouvé fermé, on s'est contenté de le désigner par sa forme arrondie. Jamais il ne seroit venu dans l'esprit des hommes, d'imposer des noms tels que ceux-là à ces deux excavations, s'ils n'avoient vu la lave en jaillir.

Tout dans les environs de Murol est un sujet de méditation pour le naturaliste. Au-dessus du village de Chautignat, dans le plateau basaltique qui borde le vallon de ce côté-là, on trouve beaucoup de laves poreuses et même scorifiées qui sont d'autant plus curieuses, que plusieurs renferment du fer mameloné, et sont recouvertes de fiorite ou de quartz hyalin concrétionné d'Haüy. On diroit tout d'abord qu'elles appartiennent à quelque volcan moderne qui s'est allumé dans cet endroit; mais la considération attentive du local vous force bientôt de renoncer à cette idée : vous ne voyez aucun vestige de coulée qui en soit partie; vous n'apercevez aucun dérangement dans les couches basaltiques environnantes. Diverses observations, qu'il est inutile de vous rapporter maintenant, ne permettent pas non plus de croire qu'un volcan ancien ait brûlé là, ni que ces laves aient été vomies dans cet endroit par Tartaret; ni qu'elles y aient été entraînées par la coulée basaltique. Eh! quel peut donc être, direz-vous, le mode de formation de ces laves? Je crois que c'est à la déflagration de cette partie de coulée, que leur origine doit être attribuée. Vous jugez qu'une partie de coulée qui renfermera peut-être une quantité plus grande de calorique, ou qui par sa nature aura une affinité plus grande avec l'oxigène, pourra éprouver un degré de combustion plus considérable que les au-

tres parties de la coulée. En admettant cette supposition, j'explique tous les accidens qu'offre cette roche singulière, qui deviennent inexplicables sans elle. Un pareil fait produit par cette cause est une nouvelle preuve à ajouter à tant d'autres, que les basaltes doivent leur origine aux volcans. Nulle part cette vérité n'est plus évidente qu'à Murol : en divers endroits vous voyez les laves poreuses mêlées, confondues avec le basalte.

A deux milliers de mètres loin de Sacha, à l'est, existe encore une roche on ne peut plus intéressante à observer. J'ai douté pendant long-temps si elle étoit un produit des volcans modernes, ou des volcans anciens: je me suis convaincu qu'elle étoit du domaine de ces derniers.

La coulée du puy de Montcha offre à peu près les mêmes accidens que celle de Tartaret : elle est également très-étendue ; elle s'est répandue dans un vallon, qui est celui de Besse, qui a été creusé par les eaux fluviatiles dans des roches granitiques et dans des coulées des volcans anciens : et leurs divers produits sont tellement confondus, qu'il est très-difficile de décider auxquels de ces volcans ils doivent leur origine. J'ai parcouru la coulée de Montcha dans l'espace de plus de quatorze mille mètres ; presque toujours elle vous offre dans son cours quelque accident intéressant à observer : le volcan qui l'a vomie s'est allumé sur une masse énorme de basalte. Il est à remarquer que tout près du puy de Montcha s'est formé également un lac qu'on appelle *Pavin*, qui doit sans nul doute son existence à une explosion volcanique. (Voyez mes Observ. pag. 108 et suiv. des notes. Voyez aussi ma lettre pré-

cédente). Dans ma X^e. lettre, je vous ai dit que dans la chaîne des monts Dôme il y avoit un puy qui s'appeloit aussi *Montcha*, qui signifie en français *mont chaud*, *mont brûlant*, *mont enflammé*. Je vous ai fait remarquer combien une dénomination si expressive prouve que ceux qui l'ont donnée doivent avoir vu brûler ce volcan. Jamais on n'auroit donné le nom de *mont enflammé* à une montagne qui ne le seroit pas. Voilà deux montagnes, dont l'une dans la chaîne des monts Dôme, et l'autre dans la chaîne des Monts-d'Or, qui portent le même nom : il est à croire que ce ne sont pas les mêmes hommes qui l'ont imposé à ces deux puys, séparés l'un de l'autre par des distances assez considérables : c'est pourquoi cette identité de nom est plus intéressante encore. Les dénominations des objets existans seront toujours les mêmes, lorsque la nature de ces objets sera la même, et qu'elles seront fondées sur leur nature.

La coulée du puy de Montsineire a été aussi très-considérable ; elle a rempli le vallon de Compein creusé dans le granit et dans le basalte. Peu de volcans modernes sont aussi curieux à observer que celui-là : ainsi que le puy de Montcha, il s'est allumé sur des amas basaltiques immenses. Les grands traits qui caractérisent Tartaret, le caractérisent ; et ces deux volcans se ressemblent sous beaucoup de rapports. Vous observerez qu'auprès de ce volcan s'est formé également un lac qui, ainsi que les autres, doit son origine à des explosions volcaniques. C'est une chose véritablement remarquable, que l'existence de ces trois lacs, d'un auprès de chacun de ces trois volcans, et tous produits par la même cause. Les deux lacs surtout de Montsineire et de Pa-

vin me paroissent jeter un grand jour sur le mode de formation des lacs que l'on prend pour des bouches de volcan; leur mode de formation et celui de ces deux lacs sont sans nul doute les mêmes. Or, il est d'autant plus évident que les lacs de Pavin et de Montsineire ne sont pas des cratères, que des cratères existent dans leurs environs, et qu'ils ont été formés à leur base. Il est impossible également de penser qu'ils doivent leur naissance à des coulées; ils ne peuvent donc la devoir qu'à des explosions volcaniques : telle doit donc être aussi l'origine de ceux qui n'ont pas été formés par des coulées, et que l'on imagine être des cratères. J'ai visité le puy de Montsineire, ainsi que le vallon de Compein avec MM. le fils et le beau-frère de M. Godivel, juge de paix de Besse.

Le vallon de Coteuge a été aussi rempli par une coulée de volcan moderne. Le volcan qui l'a vomie est le moins considérable des volcans modernes des monts d'Or. Sa coulée ne se compose guère que de matières fortement scorifiées, qui n'ont reçu aucune espèce d'altération. Aucune coulée n'offre autant d'inégalités, de montuosités que celle-là. Les aspérités des coulées sont toujours en rapport avec la torréfaction de la lave qui les forme; et la raison en est facile à concevoir. Ces aspérités plus ou moins grandes sont principalement produites par l'expansion des substances aériformes renfermées dans la lave : cette expansion se fait avec d'autant plus de violence, que la lave est plus incandescente. D'ailleurs la lave oppose alors moins de résistance aux gaz, parce qu'elle est plus fluide. L'expansion agissant inégalement sur les diverses parties de la coulée, les aspérités doivent offrir des différences sans

nombre. Les aspérités, les rugosités s'éleveront d'autant plus, que la force d'expansion aura été plus grande. Il est facile de voir que les laves dont se composent les montuosités seront plus boursoufflées, et par conséquent plus légères que celles qui se trouveront à la base de ces monticules; et l'observation est d'accord avec le raisonnement. Il est à remarquer que les laves sont d'autant plus celluleuses, que les montuosités sont plus grandes. Toutes ces observations et tous ces raisonnemens s'enchaînent. D'autres causes sans doute peuvent influer sur les inégalités des surfaces des coulées, telles que les inégalités du sol sur lequel elles se répandent, ainsi que le mouvement ondulatoire de la lave; mais ces dernières causes sont bien moins influantes que la première : et voilà pourquoi les coulées basaltiques offrent une surface beaucoup plus plane, beaucoup moins inégale que les coulées poreuses. Il ne s'est presque pas opéré dans les basaltes d'expansion de substances aériformes; soit qu'ils continssent moins de calorique, ou que la matière dont ils se composoient s'opposât davantage à leur expansion, ou que les circonstances locales et atmosphériques fussent moins favorables. Cependant il arrive quelquefois, comme je vous l'ai fait remarquer, que des parties de coulées basaltiques nous offrent les mêmes phénomènes que nous offrent les coulées poreuses; ce qui prouve que les causes qui les produisent sont purement accidentelles, ne tiennent point à la nature de la lave, et ne supposent seulement en elle que quelques modifications particulières.

Si on peut juger de l'âge des coulées par leur aspect, leur air, leur non-altération, leur nudité entière; au-

cune n'est plus moderne que celle de Coteuge, non-seulement parmi celles des volcans modernes des monts d'Or, mais encore parmi celles des volcans des monts Dôme. On diroit que le volcan qui l'a vomie est le dernier qui a brûlé dans l'Auvergne et a mis à ce pays comme le dernier sceau de la volcanisation.

Vous savez que les coulées des volcans modernes ont été nommées *schères;* nom qui, selon toutes les apparences, comme l'a fort bien remarqué M. de Monlausier, dérive du mot latin *serræ*, qui signifie défilé, lieu difficile pour la marche: et véritablement nulle part peut-être la marche n'est aussi pénible et aussi dangereuse que dans ces *schères :* étant toutes hérissées d'aspérités et de laves à arêtes plus ou moins saillantes, vos pieds ne posent jamais sur un plan solide; et si malheureusement vous venez à faire un faux pas, ce qui est très-facile, vous êtes exposé à tout plein de dangers : et vous jugez que les dangers sont d'autant plus grands, que les aspérités sont plus grandes. La coulée de Coteuge n'étant pas bien considérable, on lui a donné un nom diminutif du mot schère; et on l'a appelée *Schérule* ou *petite Schère :* vous sentez combien cette expression est juste et conforme a son étymologie. Plus on réfléchit sur les noms des choses quand ils sont désignatifs de leur nature, plus on admire combien ils sont appropriés à l'objet qu'ils expriment. Il faut cependant convenir que dans l'application du mot *Schérule* à la coulée de Coteuge, on a eu plus d'égard à son peu d'étendue qu'aux dangers qu'elle offre quand on la parcourt. Aucune n'en présente d'aussi grands que celle-là; et il faut avoir la passion de l'histoire naturelle, pour se hasarder à marcher sur

une pareille coulée. Je l'ai parcourue dans une grande partie de son étendue avec M. de Voissières, avec lequel j'ai eu aussi le plaisir de faire toutes mes courses dans les environs de Murol, à deux où trois lieues de distance: et j'en ai fait plusieurs. Tout ce pays est si curieux pour le naturaliste, qu'on ne se lasse jamais de le voir et de l'admirer.

Lorsque je vous ai parlé des monts Dôme, je vous ai dit que les volcans qui s'étoient allumés dans cette chaîne, offroient une grande difficulté contre le système de M. Patrin, parce qu'il n'y a nul doute que la mer n'eût abandonné entièrement cette contrée lorsqu'ils ont brûlé : et dans ce système, pour l'inflammation des volcans dans un pays, il ne suffit pas que la mer y ait séjourné, il faut qu'elle y séjourne. (Voyez ma lettre IIIe.) Les volcans modernes qui se sont allumés dans la chaîne des monts d'Or présentent contre ce système des difficultés bien plus grandes encore; puisqu'ils étoient à une plus grande distance de la mer; s'étant allumés dans des parties bien plus élevées. La mer s'étoit alors évidemment retirée : car leurs coulées se sont répandues dans des vallées qui ont été creusées par les eaux fluviatiles. Les laves poreuses scorifiées qui recouvrent leur surface ne peuvent laisser là-dessus aucun doute : les eaux de la mer dans leur retraite les auroient entraînées. Il est à remarquer encore qu'il est de ces volcans qui se sont allumés sur des monceaux immenses de basalte, comme celui du Montcha, de Montsineire : dans le système de M. Patrin des volcans ne peuvent se former qu'à la surface des roches schisteuses; parce que ce n'est qu'à leur surface que peuvent s'opérer les combinaisons des diverses sub-

stances gazeuses ; combinaisons qui donnent naissance aux laves. Ainsi vous voyez que les volcans modernes qui se sont allumés dans la chaîne des monts d'Or, militent contre le système de M. Patrin, ainsi que les volcans anciens : j'ai remarqué dans mes Observations que ceux-ci ne lui étoient pas favorables. Dans ce système les coulées basaltiques appartiennent à des volcans sous-marins : j'ai prouvé que les volcans anciens des monts d'Or ne l'étoient pas ; et cependant leurs coulées sont basaltiques. (Voyez pag. 44 et suiv.)

LETTRE XXIV.

Je vous ai déjà parlé, Monsieur, de quelques produits volcaniques, qui se trouvent dans la chaîne des monts d'Or : mais il en est d'autres. Jaloux de vous les faire connoître tous, je vous dirai quels sont ceux que je ne vous ai pas indiqués encore : et afin que vous les trouviez tous réunis dans le même tableau, je rappellerai ceux que j'ai nommés.

Parmi les produits des volcans anciens de la chaîne des monts d'Or, on trouve des laves poreuses, des laves scorifiées, des laves compactes, des laves granitiques, des laves porphyritiques, des laves féld-spathiques, des laves pétrosiliceuses, des laves cornéennes, des laves basaltiques, des laves prismatiques, des laves pyramidales, des laves sphéroïdales, des laves en table, des laves uniformes, des laves mélangées, des laves amphyboliques, des laves pyroxéniques, des laves vi-

treuses, des laves siliceuses, des laves à base de cacholong, des laves hydrophaniques, des laves opalines, des laves pechtinites, des laves ponceuses, des laves nullement altérées, des laves en décomposition, du tripoli, des cendres volcaniques, des matières tufeuses, des substances calcaires, des substances argilleuses, des substances granitiques primitives, des blocs de grès. Telles sont les diverses substances du domaine des volcans anciens, que j'ai trouvées dans la chaîne des monts d'Or. Je ne me permettrai sur chacune d'elles que quelques courtes annotations. Vous avez remarqué sans doute que parmi les substances dont je veux vous entretenir, je n'ai fait nulle mention des produits des volcans modernes, qui se sont allumés dans la chaîne des monts d'Or : ces produits étant comme adventifs dans cette chaîne, ne s'y trouvant pour ainsi dire qu'accidentellement, et étant placés là, comme hors de leur domaine, j'ai cru qu'il étoit inutile d'en parler. D'ailleurs une pareille énumération seroit superflue : ces produits sont les mêmes que ceux des volcans modernes des monts Dôme ; et je vous ai dit dans mes premières lettres quels étoient les produits de ces derniers volcans.

Les laves poreuses sont communes aux monts d'Or. J'ai déjà indiqué plusieurs endroits où l'on en trouve ; l'on en trouve encore dans d'autres : ces laves sont quelquefois isolées, et quelquefois enchâssées dans des coulées basaltiques : il est des fragmens considérables de ces coulées, qui sont très-poreux. Tout me porte même à croire qu'il y a eu des coulées entièrement poreuses. J'ai trouvé dans les environs de la Croix-Moran plusieurs laves, qui ressembloient si parfaitement à celles de Volvic, que sans le secours des localités, il

eût été impossible de les distinguer les unes des autres ; c'étoit exactement le même facies, le même grain, le même degré de porosité. Ces laves ne sont vraisemblablement que des morceaux détachés de quelque coulée, que plusieurs accidens divers peuvent avoir fait disparoître. S'il y a eu de telles coulées aux monts d'Or, ce que je présume, elles ont été indubitablement les dernières qu'a vomies le volcan qui s'est allumé dans cette chaîne : et alors il existeroit un rapport frappant entre les derniers produits du volcan des monts d'Or, et les produits poreux des volcans de la chaîne des monts Dôme. Cette différence dans le tissu des produits du même volcan, qui est compact dans les uns, et poreux dans les autres, peut provenir de plusieurs causes ; de l'action diversement modifiée des agens volcaniques sur les substances minérales travaillées par eux ; de la nature diverse de ces substances minérales ; des circonstances locales qui auront favorisé ou empêché l'expansion des gaz renfermés dans les laves, expansion qui, comme je vous ai déjà dit, est la principale cause de leur porosité : une autre cause qui à mes yeux paroît avoir influé beaucoup sur cette différence de tissu, c'est la différence d'humidité ou de sécheresse des substances minérales, soumises à l'action des agens volcaniques : quand on réfléchit, on sent que des matières entièrement imprégnées d'eau, ou même détrempées, telles que devoient être celles qui furent d'abord élaborées par les volcans, après la retraite des eaux de la mer, n'ont pu donner naissance qu'à des masses compactes. Les agens volcaniques ne pouvoient pas exercer sur ces matières une assez forte action pour les rendre poreuses : mais lorsqu'elles ont été plus desséchées ;

ce qui devoit être, lorsque les dernières coulées furent produites : alors ces matières étant devenues plus susceptibles de l'action des agens volcaniques, ont pu devenir poreuses. Il est inutile de vous faire remarquer que la porosité des substances minérales ne peut laisser aucun doute sur leur volcanisation; surtout quand les substances de cette nature sont nombreuses : et c'est une des raisons qui prouvent, d'une manière incontestable, que la chaîne des monts d'Or a été volcanisée : vous remarquerez que des pores plus ou moins abondans et plus ou moins grands, se trouvent dans des substances, dont le tissu est le plus compact et le plus serré ; et qui par conséquent doivent être le plus étonnées d'être poreuses. Lorsque je vous entretiendrai de ces diverses substances, j'aurai le soin de vous faire observer s'il s'en rencontre des poreuses.

Les laves scorifiées ne sont pas rares aux monts d'Or : elles sont, comme vous savez, le cachet le plus sûr de la volcanisation, et contre l'empreinte duquel on ne peut pas élever le plus léger doute. Il en est qui sont isolées ; d'autres sont enchâssées dans des matières tufeuses et basaltiques.

Les laves compactes sont beaucoup plus nombreuses aux monts d'Or que les laves poreuses : on peut même dire que la masse des laves de cette chaîne est compacte. Ce que je viens de dire pour expliquer la différence de tissu dans les laves, doit vous faire juger que les laves compactes doivent être plus abondantes aux monts d'Or, que les laves poreuses. A ces raisons je pourrois encore en ajouter une autre, que j'ai exposée dans mes Observations (pag. 185 et suiv.) : c'est que l'atmosphère devoit être prodigieusement chargée de vapeurs :

les pluies devoient être très-abondantes, et presque continuelles : les coulées devoient par conséquent être sans cesse submergées; l'expansion des substances aériformes ne pouvoit par conséquent pas avoir lieu; les laves devoient donc demeurer compactes. Et quand l'atmosphère se fut débarrassée de l'excès de vapeurs dont elle étoit chargée, quand elle fut rétablie dans son état ordinaire, et que des torrens cessèrent de tomber du ciel, les coulées purent devenir poreuses; parce que l'expansion des gaz renfermés dans la lave, pût s'opérer plus librement. La compacité des laves offre beaucoup de différences : il en est dont le tissu est beaucoup plus serré que dans d'autres. Le degré de compacité des laves est presque toujours en rapport avec la ténuité des parties dont elles se composent. Le jeu des affinités s'exerce alors, toutes choses égales d'ailleurs, avec plus de force et de liberté.

Les laves granitiques sont assez abondantes : on ne peut pas se méprendre sur leur nature. Elles conservent encore tous les traits qui les caractérisoient avant qu'elles fussent travaillées par les volcans. Je n'ai trouvé de véritables laves granitiques qu'en fragmens isolés; ce qui pourroit faire croire qu'il n'y a pas eu de coulée de lave granitique; que ces fragmens ont été rejetés tels par le volcan : ou peut-être ont-ils été détachés des coulées porphyritiques qui existent. Ce qui m'engageroit à le penser, c'est que dans ces coulées porphyritiques, il est des portions qui sont véritablement granitiques. Peut-être la lave porphyritique n'est qu'une modification de la lave granitique. Tout porte du moins à croire que ce sont les mêmes roches primitives ou les mêmes substances, qui leur ont donné naissance : ce

qu'il y a de vrai, c'est qu'il est impossible de fixer les limites qui séparent les laves porphyritiques des laves granitiques, et que celles-ci passent aux autres par des nuances insensibles. On diroit que la nature observe dans ses productions volcaniques la même marche, la même progression qu'elle observe dans ses productions neptuniennes : et vous savez qu'elle passe des granits aux porphyres par des nuances si délicates, que telle substance qui par des naturalistes est regardée comme granitique, est regardée par d'autres comme porphyritique.

Dans ces laves granitiques le feld-spath est tantôt amorphe, tantôt cristallisé; et il est quelquefois cristallisé très-régulièrement. Il est toujours étonné, ou plus ou moins altéré par l'action des feux volcaniques : il est même presque toujours à l'état de vitrification parfaite ou imparfaite ; et il est à remarquer que dans toutes les laves, de quelque nature qu'elles puissent être, qui contiennent du feld-spath; le feld-spath est presque toujours à cet état de vitrification : ils se trompent donc ceux qui croient qu'il est des laves dans lesquelles le feld-spath n'a reçu aucune altération. Il est à observer encore que de toutes les substances dont se composent les laves, celle qui paroît la plus aisément altérable par les feux des volcans, est le feld-spath. Le feld-spath des laves est donc le même que celui des substances neptuniennes; il n'existe donc pas deux espèces de feld-spath, comme l'avoit présumé le grand observateur des volcans, l'illustre Dolomieu.

De tous les accidens qu'offrent les volcans, aucun peut-être n'est étonnant à mes yeux, comme l'existence des cristaux de feld-spath vitrifié dans les laves ; et véritablement

ritablement il n'est pas aisé d'imaginer comment des cristaux parfaitement réguliers peuvent se rencontrer au milieu de la lave qui a coulé; comment le mouvement de cette lave, comment l'action des agens volcaniques n'ont nullement dérangé leur symétrie; surtout lorsque ces cristaux ont été eux-mêmes dans un état de fusion, puisqu'ils ont été vitrifiés. J'avoue que l'explication de ces difficultés m'a paru très-embarrassante : voici comment je la conçois: le feld-spath étant une substance très-fusible a été tout d'abord fondu et vitrifié par l'action des feux des volcans : les autres matières qui l'environnoient avoient à peine commencé d'être altérées. Il est à croire que le même degré de feu, qui suffit pour fondre et vitrifier le feld-spath, ne suffit pas pour l'entretenir dans un état de fluidité; il passe par conséquent à l'état solide: et comme la place qu'il occupoit a toujours les mêmes dimensions, vu la non-grande altération des autres substances, il conserve son module primitif. Cependant les agens volcaniques continuent à exercer leur action sur les diverses substances qui le recèlent; elles peuvent donc entrer en fusion: mais le feld-spath étant alors dans un état de solidité, et ayant ses formes bien dessinées, ne subira plus aucune altération. Les cristaux de feld-spath répandus dans l'intérieur de la lave conserveront d'autant mieux leurs formes régulières, qu'étant à l'abri du contact de l'air il ne se produira en eux aucune expansion des substances aériformes, expansion qui pourroit particulièrement déranger leur symétrie : et tout dit que cette expansion a surtout lieu, lorsque les matières volcaniques sont exposées au contact de l'air : (voyez mes Observations, pag. 171 et suiv.). Ce qui me prouve que la fu-

sion des diverses substances dont se composent ces laves granitiques, n'a pas été simultanée, et que les cristaux de feld-spath ont été fondus les premiers, c'est qu'il en est beaucoup qui ne sont point adhérens à la lave ; qu'ils peuvent aisément s'en détacher, en conservant toutes leurs formes. Cet accident curieux à observer s'explique d'une manière satisfaisante, quand on admet la fusion et la solidification des cristaux, avant la fusion du reste de la masse : on conçoit qu'alors les cristaux ont pu demeurer isolés. Mais un pareil isolement ne peut pas se concevoir, si on veut que les diverses substances qui entrent dans la composition de ces laves, aient été fondues en même temps : elles n'auroient formé alors qu'une seule et même masse.

J'avois cru que la vitrification du feld-spath pouvoit s'opérer sans fusion; et alors rien n'étoit facile à expliquer, comme l'existence des cristaux de cette substance dans la lave : j'ai abandonné entièrement cette opinion; et je crois que la vitrification suppose une fusion.

Mais les cristaux de feld-spath qui sont dans les laves n'auroient-ils pas pu s'y former ? je suis intimément convaincu qu'il se forme divers cristaux dans les laves : (voyez mes Observ. page 161 et suiv.) Je ne crois pas cependant que les cristaux de feld-spath vitrifié qui s'y trouvent, y aient pris naissance. Leur mode de cristallisation est exactement le même que celui des cristaux existans dans les roches primitives : or il n'est pas à présumer que cette identité de formes existât, si les cristaux des laves eussent pris naissance dans leur sein. La vitrification produisant de nouveaux rapports dans les molécules, auroit opéré de nou-

veaux modes d'agrégation : les substances n'étant plus les mêmes, leurs affinités ne peuvent plus être les mêmes : leur mode de cristallisation ne peut par conséquent pas être le même non plus. Les cristaux existans dans les laves ayant le même mode de cristallisation que les cristaux existans dans les roches neptuniennes, doivent donc avoir été préexistans dans les roches élaborées par les volcans. Toutes ces inductions s'enchaînent : et le principe duquel elles découlent me paroît au-dessus de tout doute.

L'existence des cristaux de feld-spath vitrifié dans la lave me paroît aussi difficile à concevoir dans le système de M. Patrin, que dans tout autre : la vitrification ne s'opérant que par la fusion, il faut que les cristaux, formés tout d'abord par la combinaison et la solidification des substances aériformés, soient ensuite fondus par l'action des feux résultans de la condensation des gaz : sans doute M. Patrin ne veut pas que les laves vitrifiées soient produites immédiatement; il distingue en elles deux temps différens, celui de leur formation et celui de leur vitrification. Je sais que ces temps peuvent être presque simultanés : on peut néanmoins les distinguer l'un de l'autre.

Les laves granitiques offrent quelques accidens intéressans : il en est qui sont à l'état basaltique dans une partie, et à l'état granitique dans l'autre; il en est qui d'un côté ont été vitrifiées, et de l'autre sont seulement étonnées; il en est qui sont très-celluleuses, et qui dans leurs cavités, qui sont plus ou moins grandes, recèlent du mica plus ou moins fortement chauffé, et quelquefois cristallisé.

Les laves prophyritiques sont beaucoup plus abon-

dantes aux monts d'Or que les laves granitiques : elles ont formé de grandes coulées. Ces laves sont souvent à l'état de vitrification plus ou moins parfaite : elles renferment quelquefois des cristaux de feld-spath de la plus grande régularité, et de la plus grande conservation. Je vous ai déjà dit que vraisemblablement elles n'étoient qu'une modification des laves granitiques ; et par conséquent des roches granitiques primitivement existantes, qui ont été travaillées par les volcans. Ces laves porphyritiques offrent plus de différences dans leur texture que les granitiques : la pâte dans laquelle sont enchâssés les cristaux varie ; elle est tantôt vitreuse, tantôt pétrosiliceuse, tantôt basaltique, etc. Dans les laves à base basaltique, le feld-spath existe quelquefois en filets de la plus grande ténuité, et dont la longueur varie depuis une ligne jusqu'à 4. Ces filets qui, vus à la loupe, ont des formes prismatiques sont évidemment le résultat de la cristallisation : quel autre agent pourroit imprimer à des corps des formes régulières ? Elle travaille sur les petites masses comme sur les grandes : ses travaux sont toujours étonnans ; mais surtout ses travaux en miniature. Jamais la nature n'est plus admirable que dans les petites choses. Ces filets feld-spathiques sont les infiniment petits de la cristallisation. Dans certaines laves ils sont groupés entre eux de la manière la plus symétrique : ils sont disséminés au hasard dans d'autres. Les accidens que présentent les cristaux de feld-spath dans les laves porphyritiques, étant en général les mêmes que ceux qu'offrent ces cristaux dans les laves granitiques, vous pouvez appliquer à ceux-là les réflexions que j'ai faites sur ceux-ci. Il est des laves porphyritiques qui sont celluleuses ; mais elles sont rares.

On trouve du soufre dans diverses laves porphyritiques, dans des laves compactes, poreuses, et chauffées violemment par les feux des volcans : des laves en sont comme farcies. Il y est toujours disséminé en petits fragmens. Ce soufre est ordinairement translucide, et amorphe : je ne l'ai trouvé qu'une seule fois cristallisé. Son mode de formation dans les laves, et surtout dans celles qui ont été fortement torréfiées, ne me paroît pas facile à expliquer : car le soufre n'a pas existé originellement dans les roches, dans les substances minérales soumises à l'action des feux des volcans. J'avois cru que, sublimé par ces feux, il avoit pénétré dans l'intérieur des laves, où ses molécules cédant aux lois de l'affinité, s'étoient rapprochées les unes des autres. Mais tout dit que surtout dans les laves fortement torréfiées le soufre se seroit enflammé ; et il n'en seroit pas demeuré vestige. Comment concevoir la conservation de cette substance éminemment inflammable au milieu des corps exposés à toute l'action des feux volcaniques ? Le soufre des volcans est peut-être encore plus inflammable que le soufre que l'art prépare : je croirois donc plus vraisemblable de supposer que le soufre s'est formé dans les laves ; que les élémens dont il se compose, (car dans cette hypothèse il ne peut plus être regardé cemme une substance simple), que les élémens, dis-je, dont il se compose, ont pénétré les laves ; que de cette combinaison est résulté le soufre, et que les élémens qui lui ont donné naissance ne sont pas inflammables : car autrement la chaleur les auroit enflammés; et la difficulté seroit la même. Comment concevoir, dira-t-on peut-être, que le soufre étant si éminemment inflammable, les élémens dont il se compose ne le

soient pas? Les composés ont presque toujours des propriétés entièrement différentes des substances composantes. Le soufre n'est-il pas une substance simple aux yeux de la chimie? ajoutera-t-on peut-être encore. Parce que la chimie n'a pas pu le décomposer, il ne suit pas que la nature ne puisse pas le décomposer : les moyens et la puissance de la nature sont bien différens des moyens et de la puissance des hommes. Combien de choses qui leur sont impossibles, et qu'elle fait en se jouant! Les bornes de l'art ne sont pas les bornes de la nature. Tout annonce que le soufre, bien loin d'être une substance simple, est au contraire une substance composée : ce n'est pas ici le lieu d'entrer dans le détail des preuves sur lesquelles est fondée cette assertion. Qu'il suffise de dire que la nature le produit dans le règne animal et dans le règne végétal; et que ce ne peut être qu'avec le secours des substances élémentaires qu'elle combine : car le soufre ne se trouve pas existant en nature dans les substances qui servent à la nutrition des êtres organiques. Or si la nature produit le soufre dans les végétaux et dans les animaux, en combinant des substances élémentaires, tout porte à croire qu'elle le produit aussi de cette manière dans les minéraux. Vous savez que c'est également l'opinion de M. Patrin; et on aime à s'étayer d'une pareille autorité. Quels sont les élémens dont elle se sert pour donner naissance au soufre? C'est sur quoi on ne peut que hasarder des conjectures.

Dans les laves granitiques et porphyritiques dont je viens de vous parler, il existe des substances feld-spathiques plus ou moins abondantes, cristallisées ou amorphes : mais il est facile d'y distinguer d'autres

substances, dont la nature et la quantité varient suivant les diverses laves qui en constituent la masse principale. Il est des productions volcaniques qui ne se composent que de feld-spath; ou du moins dont le feld-spath forme presque toute la masse : ce sont ces laves que j'appelle feld-spathiques. Il est à croire qu'elles ne sont qu'une simple modification des porphyritiques et des granitiques ; mais il suffit qu'elles puissent en être distinguées, pour que je vous en fasse mention. Ces laves sont moins communes que les autres ; le feld-spath y est presque toujours cristallisé : mais sa cristallisation est assez souvent imparfaite.

D'après ce que je vous ai dit dans ma lettre XIVe., vous devez juger combien les laves pétrosiliceuses sont abondantes : elles forment des coulées considérables. Peu de productions volcaniques offrent autant de différences dans leur tissu, leurs formes, leurs couleurs : il en est qui sont compactes, d'autres sont celluleuses; il en est qui sont amorphes, d'autres se modèlent en prismes à nombre de pans variable, ou en table, dont l'épaisseur varie beaucoup. La couleur de ces laves est ordinairement grisâtre; mais cette couleur se rembrunit ou se délaye par des nuances sans nombre : il en est qui sont presque entièrement blanchâtres. Il est à remarquer que cette couleur blanchâtre est aussi le résultat de leur décomposition : mais il est facile de distinguer si une lave se décompose, ou non; si la couleur qu'elle a lui est propre, ou si elle n'est pour ainsi dire chez elle qu'adventive.

Toutes ces laves ont la singulière propriété d'être sonores, de rendre un son plus ou moins aigu, quand on les frappe. Diverses causes paroissent concourir à

la production de cet effet. Les substances métalliques qui se trouvent mêlées avec les élémens dont elles se composent, sont sans doute une de ces causes; ce qui semble le prouver d'une manière convaincante, c'est que celles qui sont blanchâtres, qui ne sont pas par conséquent colorées par les substances métalliques, ne rendent presque pas de son. Une autre cause qui me paroît influer sur le son que ces laves rendent; c'est la faculté qu'elles ont de se déliter par feuillets : les grandes masses, celles qui ont une épaisseur considérable, ne sont point sonores; et les lames le sont d'autant plus qu'elles sont plus minces. Une autre cause encore, c'est la nature élastique de cette pierre : or vous savez qu'une substance minérale, douée de la propriété de l'élasticité, est sonore; et voilà pourquoi les substances métalliques en général le sont; c'est qu'elles sont élastiques : et elles sont d'autant plus sonores que leur élasticité est plus grande.

Les laves pétrosiliceuses ne sont pas les seules qui soient sonores; il en est d'autres, et qui le sont même davantage, comme vous le verrez bientôt.

Je ne connois de cornéenne en masse que dans ce filon dont je vous ai parlé dans ma lettre XV[e]. On trouve des laves dont la base se rapproche beaucoup de la cornéenne, mais qui paroît être d'une nature un peu différente. On trouve aussi quelques laves à base de trapp, cornéenne dure d'Hauy; elles sont rares. Ces laves n'appartiennent et n'ont paru appartenir à aucune coulée existante; car il n'en est aucune de cette nature: il peut se faire qu'elles ne soient qu'une modification accidentelle de quelque autre lave, ou qu'elles aient été rejetées isolées par le volcan.

LETTRE XXV.

De toutes les laves, Monsieur, les plus abondantes sont les basaltiques; elles forment les coulées les plus nombreuses et les plus étendues. Leur couleur ordinaire est la brunâtre ; quelquefois elle est grisâtre, bleuâtre, noirâtre, etc. Le grain de ces laves varie beaucoup; il est grossier dans quelques-unes, et très-fin dans d'autres; et vous passez des unes aux autres par des nuances qui se laissent à peine apercevoir. En général elles sont d'un tissu compact et serré: mais il en est beaucoup qui sont celluleuses et très-celluleuses. Les formes de leurs pores sont celles des pores des laves connues particulièrement sous le nom de laves poreuses; ces formes sont plus ou moins arrondies. Il est aisé de juger que ces cavités ont été produites par l'expansion des substances gàzeuses. Je remarquerai à ce sujet que la cellulosité des basaltes me paroît inexplicable dans le système de M. Patrin. D'après ce savant célèbre, les basaltes sont des produits volcaniques terreux, remaniés par les eaux; on ne devroit donc pas y apercevoir des pores, des cellulosités. On n'en trouve point dans les substances minérales que les eaux ont travaillées; ou, s'il y en existe, ils sont et ils doivent être très-rares. Leur mode de formation tient à quelque accident particulier; et leurs formes, qui décèlent presque toujours leur origine, sont différentes de celles qui caractérisent les pores des laves. Les parois de ces divers pores offrent

surtout les plus grandes différences entr'elles : elles ont presque toujours l'aspect vitreux dans les laves; et jamais dans les substances neptuniennes. Dans celles-ci, les pores sont presque toujours produits par la décomposition de quelque matière étrangère à la masse.

Il est des laves basaltiques qui sont uniformes ou homogènes, qui paroissent n'être composées que d'une seule et même substance ; quoique cependant plusieurs substances différentes entrent dans leur composition : mais ces diverses substances sont tellement mêlées et combinées entr'elles, qu'elles semblent ne former qu'une substance de même nature. Il est d'autres laves qui sont mélangées, qui recèlent dans leur intérieur des substances différentes de celles dont elles se composent. Dans certaines coulées les laves sont toutes mélangées ; dans d'autres tantôt elles le sont, tantôt elles ne le sont pas. On trouve dans les laves diverses substances, telles que le péridot, l'amphibole, le pyroxène, la tourmaline, la mézotype, la stilbite, la chaux carbonatée, l'arragonite, le fer mameloné. Dans mes Observations j'ai dit quel pouvoit être le mode de formation de ces différentes substances dans les laves : je ne reviendrai point par conséquent sur cet objet : (voyez pag. 160 et suiv. des notes). Je parlerai ailleurs de l'arragonite.

Les laves basaltiques offrent les plus grandes différences dans leurs formes : il en est qui sont entièrement amorphes ; d'autres affectent des formes prismatiques, cilyndroïdes, pyramidales, sphéroïdales, tabulaires; formes qui se modifient encore à leur tour de la manière la plus variée. Il est des prismes basaltiques à 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 pans ; les prismes pentaèdres et

hexaèdres sont les plus communs. La disposition relative des pans dans ces divers prismes varie encore beaucoup, et surtout dans les tétraèdres : tantôt deux côtés seulement sont parallèles ; et alors les prismes affectent des formes trapézoïdales : tantôt tous les quatre sont parallèles deux à deux ; et les formes des prismes qu'on appelle alors particulièrement parallélipipèdes, varient suivant que varient les positions et les dimensions des côtés : dans les uns, les bases sont de vrais parallélogrammes ; les côtés sont inégaux deux à deux, et inclinés entre eux, de sorte qu'ils forment deux angles aigus et deux angles obtus : dans d'autres les bases sont des rectangles ; tous les angles sont droits, et les côtés sont inégaux : dans d'autres les bases sont des polygones en losange ; tous les quatre côtés sont égaux et inclinés entre eux : dans d'autres les bases sont des carrés ; tous les côtés sont égaux et tous les angles droits. Ainsi vous voyez à combien de polyèdres différens donnent naissance les prismes tétraèdres : on diroit que la nature, dans ses laboratoires, s'est plue à les modeler sur toutes les formes dont ils pouvoient être susceptibles.

Comment, quand on voit cette admirable variété de polyèdres qui épuisent toutes les formes possibles, toutes plus ou moins régulières ; comment, dis-je, ne pas reconnoître l'action de la cristallisation ? Ces mêmes formes, souvent moins variées, souvent moins régulières, lorsqu'elles appartiennent à des substances neptuniennes, c'est à la cristallisation que vous les attribuez : vous prouvez éloquemment et invinciblement qu'elle seule peut les avoir produites. Ecoutant la voix du génie et de l'observation, vous tracez d'une manière si sûre

sa marche ; vous développez d'une manière si admirable les lois qu'elle a suivies, qu'on diroit ou que vous lui avez dérobé son secret, ou qu'elle vous a initié dans ses laboratoires ; qu'elle s'est plue à produire devant vous tous ses chefs-d'œuvre ; qu'elle vous a dévoilé tous les mystères de son travail, et qu'elle vous a instruit de ses procédés si simples et si féconds en résultat, pour donner naissance à ses productions. Comment donc se fait-il que lorsque des formes variées et régulières appartiennent à des substances volcaniques, vous ne les attribuez plus à la cristallisation ; vous voulez qu'elles soient l'ouvrage du retrait ? De pareilles formes supposent nécessairement un dessin : le retrait peut-il en avoir ? De pareilles formes supposent nécessairement qu'une marche régulière et constante a été suivie pour les produire ; et la marche du retrait peut-elle avoir de pareils caractères ? Elle ne peut être que bizarre et capricieuse ; elle ne peut avoir aucune règle invariable de conduite ; elle ne peut qu'être désordonnée. Ce qui est marqué du sceau de l'ordre et de l'harmonie, peut-il lui devoir son origine ?

Mais peut-être vous voulez que les substances qui ont été travaillées par les volcans soient entièrement hors du domaine de la cristallisation ? Mais quoi ! les substances neptuniennes sont soumises à son empire ; et les substances volcaniques en seroient affranchies ! Ah ! tout dit qu'elle l'exerce également sur toutes les substances minérales, quelle que soit leur modification particulière ; et la volcanisation ne fait qu'apporter une simple modification aux substances minérales. Cette modification en altère quelquefois si peu les traits, qu'elles conservent leur même aspect et leur même manière

d'être. Toutes les substances susceptibles de recevoir des combinaisons diverses, sont nécessairement dépendantes de l'action de la cristallisation : et de nouvelles combinaisons peuvent assurément s'opérer dans les substances volcaniques. Bien loin de croire que ces substances aient été soustraites du domaine de la cristallisation, je ne doute au contraire nullement qu'elle n'ait sur elles une puissance plus grande que sur les substances neptuniennes; et que sa marche ne soit, si j'ose m'exprimer ainsi, beaucoup plus libre et beaucoup plus triomphante dans l'empire de Pluton que dans l'empire de Neptune. Ayant traité au long dans mes Observations la question de la cristallisation des basaltes, je n'entrerai dans aucun autre détail. (Voyez pag. 155 et suiv.).

En général, tous ces prismes à base parallélogrammatique et trapézoïdale, sont petits; leur hauteur varie depuis quelques millimètres jusqu'à deux décimètres environ; et leur circonférence depuis un jusqu'à deux et trois décimètres. Ordinairement ils sont assez réguliers; et il en est qu'on diroit avoir été travaillés artistement par les mains des hommes, tant leurs formes sont symétriques; ils sont communément beaucoup plus réguliers que les grands; quoique parmi ceux-ci il s'en trouve quelquefois qui sont très-réguliers; comme, par exemple, ceux dont se compose la belle roche de Vendé. Il est à remarquer que tous ces petits prismes se rencontrent dans les vides que laissent entr'elles les masses basaltiques : ce qui prouve bien, comme je l'ai remarqué dans mes Observations, qu'afin que les substances volcaniques affectent des formes régulières, cristallisent, il faut qu'elles soient à l'abri du contact de l'air: (voyez pag. 171 et suiv.).

La hauteur et la grandeur des autres prismes offrent aussi beaucoup de différences : leur hauteur varie depuis un mètre jusqu'à 20 et 30 ; et leur grosseur depuis 2 jusqu'à 6 et 7 décimètres de circonférence. Il en est qui se composent de lames plus ou moins épaisses, superposées les unes sur les autres : ces lames elles-mêmes peuvent être regardées comme des prismes ; de sorte que le prisme entier sera le résultat de l'aggrégation de tous ces prismes partiels. Une observation qui me paroît importante, c'est que les plus réguliers, tels que ceux de Vandé, se trouvent dans le voisinage du cratère, et peut-être dans l'enceinte elle-même du cratère. Nulle part la cristallisation ne peut imprimer aux substances volcaniques des formes plus régulières que dans la bouche elle-même du volcan ; parce que nulle part, excepté dans les gouffres eux-mêmes du volcan, toutes les conditions dont le concours est nécessaire pour leur cristallisation ne peuvent mieux se trouver réunies : (voyez mes Observations, pag. 165 et suiv.). Une autre observation encore à faire, c'est que la direction des prismes est presque toujours perpendiculaire à la base sur laquelle ils reposent, quelle que soit la position de cette base, soit qu'elle soit horizontale, soit qu'elle soit inclinée. Je crois, ainsi que M. Patrin, que cette disposition provient de ce que la cristallisation des basaltes s'opère par l'effet des attractions et des répulsions, dont le jeu s'exécute dans le sens où la masse totale a le plus d'étendue. Cependant cette observation admet des exceptions : quelquefois dans le même endroit, vous voyez réunis des basaltes inclinés à tous les angles : quelquefois vous en voyez de groupés autour d'un centre commun, duquel ils s'éloignent en rayons

divergeans. Ce n'est pas seulement à des parties isolées que la nature imprime des formes régulières; souvent vous voyez un ensemble plus ou moins considérable de ces diverses parties affecter aussi des formes symétriques; de sorte que vous jouissez du spectacle d'une double cristallisation; de celui de la cristallisation des parties dont se compose ce tout, et de celui de la cristallisation de l'ensemble. Il est des coulées basaltiques qui paroissent toutes se composer de prismes; d'autres n'offrent que des masses informes dans toutes leurs parties; d'autres au contraire sont comme mi-parties : tantôt elles sont prismatiques, et tantôt amorphes.

Les basaltes cylindroïdes ressemblent à de véritables colonnes : il paroît cependant qu'ils ne sont, au moins la plupart, que des prismes dont les pans sont très-nombreux; j'en ai compté plus de 25 dans certains. Il est facile de voir que les formes des prismes doivent se rapprocher d'autant plus des formes cylindriques, que le nombre des pans est plus multiplié. Ces basaltes sont assez rares. Il en est qui ont des formes très-régulières : quelques-uns sont articulés.

Les pyramides sont ordinairement trièdres : celles de 4 à 5 pans sont peu communes. Les trièdres sont quelquefois tronquées tantôt sur deux côtés, tantôt sur les trois. Leur hauteur varie depuis une douzaine de centimètres jusqu'à deux décimètres et demi. Les plus petites sont les plus régulières : ainsi que les prismes, c'est dans les espaces vides des basaltes qu'on les trouve.

Les célèbres Dolomieu et Pictet ont remarqué que les petits prismes et les petites pyramides, qui se formoient dans les interstices des basaltes, avoient une po-

sition horizontale : mes observations ne m'ont jamais convaincu que ces petits polyèdres affectassent une pareille position.

Les basaltes sphéroïdaux offrent aussi entre eux beaucoup de différences dans leur grandeur et dans leur régularité : il en est dont les formes sont très-symétriques; les couches concentriques dont ils se composent, sont partout également éloignées du centre, et offrent une épaisseur égale dans toutes leurs parties. L'épaisseur des couches varie beaucoup dans les divers basaltes : il en est dans lesquels ces couches sont très-mincès; le nombre des couches varie aussi beaucoup : j'en ai compté jusqu'à 20 dans certains, et 5 à 6 dans d'autres. Des naturalistes pensent que ces couches sont produites par la décomposition de ces basaltes en boule ; ils se trompent. Ces basaltes ont été formés originellement tels qu'ils sont par l'aggrégation de diverses couches réunies autour d'un centre commun, et s'emboitant les unes les autres. Leur séparation spontanée est tout au plus le résultat de leur décomposition. J'ai cassé beaucoup et beaucoup de ces laves sphéroïdales, qui la plupart n'avoient éprouvé pas la plus légère altération : dans presque toutes, les couches m'ont paru très-distinctes ; et je parvenois assez aisément à les séparer, en cassant les laves avec précaution.

J'avois cru que ces basaltes en boule avoient été produits par un tourbillonnement de matière volcanique : des observations plus sûres m'ont appris qu'ils sont, comme je l'ai déjà dit dans ma VIe. lettre, le résultat de la cristallisation. Eh ! quel autre agent que celui-là auroit pu former et ranger symétriquement autour d'un centre commun plusieurs couches différentes, et leur

donner

donner à toutes une épaisseur uniforme? Non, il n'y a que la cristallisation qui soit capable d'un pareil travail. Nous proclamons la cristallisation auteur des formes prismatiques, pyramidales, etc.; et nous nous refuserions à la regarder procréatrice des formes sphéroïdales! Est-ce que ces formes ne sont pas symétriques ainsi que les autres? Ah! elles le sont bien plus encore. De toutes les formes, les plus régulières, ce sont bien sans doute celles-là: aussi ce sont les plus belles formes de la nature: voyez comme elle en a revêtu, comme elle en a embelli les corps organisés ou les parties de ces corps, auxquelles elle a voulu donner une plus grande beauté en partage.

Des naturalistes veulent que les formes qui sont si belles dans ces êtres, qui contribuent tant à leur donner des charmes à nos yeux, soient un défaut de perfection dans les substances minérales: ils veulent que la véritable beauté, relativement à ces substances, soit caractérisée par la ligne droite, particulièrement affectée au règne minéral; et ne soit un cristal beau qu'autant qu'il présente des surfaces planes, des parties anguleuses. Tel est aussi le sentiment de l'illustre Haüy: vous jugez combien un si grand nom donne de la consistance à une opinion. J'oserai cependant dire que je ne la partage pas; quoique je sois rempli pour ce savant célèbre, et si digne de l'être, de la vénération la plus profonde: il me semble que ce qui est beau dans un règne de la nature, l'est également dans un autre: les belles formes sont belles indépendamment de toute convention, et abstraction faite des corps qui peuvent en être revêtus; quand ces formes ne sont point une dégradation d'autres formes, et qu'elles ont été telles

originellement. Je sais que ces formes sphéroïdales, ces formes arrondies, sont quelquefois produites par l'oblitération des parties anguleuses : ces formes sont sans doute alors un défaut de perfection. Tout ce qui dans un être ou organique ou inorganique est le résultat d'une dégradation, ne peut pas constituer une véritable beauté ; est au contraire réellement un défaut. Tout ce qui rend les êtres différens de ce qu'ils sont, ou de ce qu'ils devroient être lorsqu'ils sortent des mains de la nature ; tout ce qui altère, change, déforme leurs traits primitifs, bien loin de les embellir, les dépare. Mais quand ces formes sont originelles, qu'elles ont été produites telles par la nature, elles ne doivent point cesser d'être moins belles à mes yeux. Les mêmes raisons qui feroient que je les regarderois comme une imperfection, si elles ne devoient leur existence qu'à une altération des formes primitives, ces mêmes raisons font que je les admire, quand elles sont telles de leur nature. Et il est des substances minérales dans lesquelles ces formes arrondies sont des formes originelles; sont des formes que la nature a voulu imprimer; sont des formes qui par conséquent ne sont nullement produites par l'altération d'autres formes. Je vous ai déjà dit que j'avois vu des basaltes sphéroïdaux de la plus grande régularité : j'ai vu aussi dans des laves des globules calcaires, des globules ferruginéo-calcaires et des globules ferrugineux, composés, quoique petits, de plusieurs couches concentriques parfaitement régulières, et enchâssées avec le plus grand art les unes dans les autres : j'en ai compté neuf dans un globule qui n'étoit pas plus grand qu'un grain d'orobe. Comment se persuader que des formes si symétriques, si élégantes, soient une dégradation des formes primitives ? Quelles formes

originelles plus jolies pourroit-il y avoir ? Ce qui fait, je crois, que nous nous égarons quelquefois dans nos jugemens, c'est que nous circonscrivons la nature dans des limites trop étroites, et que nous voulons qu'elle ait une marche compassée et systématique comme nous. Nous voulons que chaque règne ait ses attributs particuliers ; nous voulons les caractériser par des lignes : mais la nature est trop grande dans ses opérations, trop majestueuse dans ses plans, trop variée dans sa marche, pour s'être arrêtée jamais à une pareille combinaison d'idées. Les systèmes des hommes ne sont pas toujours ses systèmes ; leurs conceptions toujours bornées, quelque vaste que soit leur génie, quelque profondes que soient leurs connoissances, ne sont point toujours ses conceptions. Pour trop généraliser nos idées, quelquefois nous nous trompons : pour les borner trop, quelquefois nous nous trompons aussi. Les lois admirablement imaginées pour expliquer la cristallisation des corps à surfaces planes, ne trouvent pas sans doute une aussi heureuse application dans les solides à formes sphéroïdales : mais parce que nous ne pouvons pas plier la nature à nos systèmes, devons-nous pour cela méconnoître le mode de ses opérations? Non : mais il faut reconnoître l'insuffisance de nos systèmes. La nature se plaît presque toujours à se jouer de tous ceux que nous forgeons.

De toutes les formes régulières celles qui paroissent les plus difficiles à créer, et qui semblent par conséquent devoir être regardées comme le chef-d'œuvre de la cristallisation, ce sont les formes sphéroïdales. Dans ses autres productions elle n'a qu'à disposer, pour ainsi dire, sur un même plan une molécule à

côté d'une autre ; et ce travail ne paroît pas difficile : mais dans la confection des formes sphéroïdales il n'en est pas ainsi; chaque molécule doit avoir sa position particulière, et différente de celle de sa voisine. Le plan sur lequel ces diverses molécules doivent être placées, n'est jamais le même; il change à chaque instant ; et pour chacune d'elles.

Il est à remarquer qu'on ne rencontre des laves sphéroïdales, qu'à des distances plus ou moins grandes du cratère : je n'en ai pas trouvé dans son voisinage. Tout porte cependant à croire que primitivement il doit s'y en être formé. Les lois de la cristallisation pour les laves sphéroïdales sont les mêmes que pour les laves prismatiques, les laves pyramidales.

Les basaltes en boule sont assez communs dans certaines parties de quelques coulées : dans beaucoup d'autres il n'en existe pas vestige. Toujours les circonstances ne sont pas favorables au travail de la cristallisation : dans des masses immenses de substances neptuniennes, à peine quelquefois trouve-t-on l'ébauche d'un cristal.

Les basaltes en table sont également abondans dans quelques parties des coulées : ils offrent beaucoup de différences entr'eux dans toutes leurs dimensions en largeur, longueur et épaisseur; leur largeur varie depuis 20 jusqu'à 30, 40, 50 centimètres ; leur longueur depuis 1 jusqu'à 2, 3 mètres ; leur largeur depuis 1 jusqu'à 2 mètres environ : leur largeur, leur longueur, leur épaisseur sont assez uniformes dans toutes leurs parties. J'avois cru que ces laves tabulaires avoient été produites par diverses causes, mais dans lesquelles n'entroit pour rien la cristallisation. (Voyez pag. 144 et

suiv. des notes). Mon opinion maintenant est bien loin d'être la même ; je crois qu'elles doivent presque toujours leur origine à la cristallisation. Faisant partie souvent de masses cristallisées, comment ne le seroient-elles pas elles-mêmes ? Offrant souvent des formes plus ou moins régulières, comment ne les regarderoit-on pas comme produites par la cristallisation ? Combien de substances minérales neptuniennes ne regarde-t-on pas comme cristallisées, et qui ont des formes moins symétriques ? La cristallisation n'aura pas, si l'on veut, imprimé son dernier sceau à toutes ces laves tabulaires ; elle n'aura pas fini de mettre la dernière main à leurs formes ; ces formes pourroient être plus régulières, plus symétriques : mais on ne peut pas disconvenir que les empreintes de la cristallisation ne soient assez for-fortement prononcées, pour qu'il soit impossible de méconnoître son ouvrage. Tout au moins elles doivent être regardées comme des ébauches de cristallisation, ou comme des résultats d'une cris tallisation imparfaite. (Voyez la lettre VIe.)

En général tous ces basaltes en table sont sonores : mais il en est qui le sont beaucoup plus que d'autres ; vous croiriez frapper sur une cloche, quand vous frappez sur certains basaltes; ils rendent un son aigu et clair, quelquefois même comme argentin : et ce qu'il y a de plus singulier, c'est que leurs vibrations une fois excitées s'entretiennent assez long-temps. Dans les environs de Saint-Bonnet près de Ville-Jacques et ailleurs, vous en trouvez de tels. Il est à remarquer que les basaltes qui rendent ce son argentin ont une couleur grisâtre : ceux qui ont une couleur noire rendent un son différent, un son plus plein. Il peut se faire que quel-

ques différences dans la texture de ces laves produisent cette variété de sons qu'elles rendent : mais je serois assez porté à croire que cette diversité de sons résulte aussi des substances métalliques diverses combinées avec elles. Lorsque je vous ai parlé des laves pétrosiliceuses, je vous ai dit qu'elles étoient ordinairement plus ou moins sonores : elles le sont beaucoup moins que les basaltes. Les causes qui produisent le son dans les laves pétrosiliceuses sont sans doute celles qui le produisent dans les laves basaltiques tabulaires : (voyez ma lettre précédente) : et j'imagine que la cause principale qui fait que certains basaltes sont plus sonores, c'est qu'ils ont une plus grande dureté en partage, et qu'ils sont d'une nature plus élastique. Quand vous les frappez avec un marteau que vous laissez jouer dans votre main, vous le voyez par la seule réaction de la pierre s'élever à une hauteur plus ou moins considérable, suivant la force du coup que vous avez donné. Cette expérience que j'ai répétée plusieurs fois m'a même, je vous l'avoue, toujours étonné : et on ne peut qu'être surpris de voir des substances volcaniques douées d'une élasticité qui égale presque celle des substances métalliques, dans lesquelles elle est plus grande que dans toutes les autres substances minérales. Personne n'ignore que la résonnance dans les substances minérales qui ont des formes et des positions convenables, est due à la dureté et à l'élasticité réunies, et que le degré de la résonnance se mesure sur le degré de dureté et d'élasticité.

LETTRE XXVI.

Dans beaucoup de laves des monts d'Or, il existe, Monsieur, de l'amphibole et du pyroxène; mais ces substances ne formant pas la masse, ou du moins la plus grande partie de la masse de ces laves, ces laves ne doivent point être appelées amphiboliques et pyroxéniques; elles empruntent leur dénomination de leur mode d'existence ou de la substance qui domine en elles, qui constitue leur principal caractère. Je n'appelle par conséquent laves amphiboliques et pyroxéniques que celles qui se composent principalement de ces substances. On trouve des laves amphiboliques en plusieurs endroits dans les environs de Ville-Jacques, dans le vallon de Neuville, etc. etc. Les pyroxéniques sont plus rares : je n'en ai vu que dans les environs de la Croix-Moran. Ces laves ne forment point de coulée : quel est donc leur mode de formation ? Quelques-unes peut-être ont été rejetées isolées par les volcans; et transportées par quelque accident dans les lieux où elles sont gissantes : mais tout porte à croire qu'il en est beaucoup qui ne sont que des modifications des laves dont se sont formées les coulées. Toutes les parties d'une coulée, surtout quand elle est étendue, ne se composent pas des mêmes élémens, et ne se trouvent pas placées dans les mêmes circonstances : or vous jugez que ces variétés dans les élémens et dans les circonstances, doivent nécessairement produire des combinaisons parti-

culières, qui à leur tour donneront naissance à des substances particulières. Aussi arrive-t-il souvent que les différentes parties des coulées offrent des différences entre elles; et ce n'est nullement étonnant, comme vous voyez. Il seroit au contraire très-étonnant qu'elles n'en offrissent pas, et qu'elles présentassent dans toute leur étendue le même aspect, la même physionomie, la même texture : tant de causes différentes peuvent les diversement modifier! Les détails sont inutiles, quand ils se présentent d'eux-mêmes à l'esprit qui sait réfléchir. (Voyez ma lettre VIIe.).

Lorsque je vous ai entretenu des laves granitiques, des laves porphyritiques, des laves feld-spathiques, je vous ai dit que souvent elles étoient vitrifiées: on pourroit donc classer ces laves qui le sont, parmi les laves vitreuses; mais comme elles ont la texture et les caractères distinctifs des laves qui appartiennent à d'autres espèces, il faut les laisser parmi ces espèces. On les distinguera seulement de leurs congénères, en ajoutant à leur nom spécifique celui de laves vitreuses; et nous ne classerons ainsi parmi les laves vitreuses que celles qui n'offrent que des masses vitreuses, et qu'on ne peut ranger dans aucune des espèces des laves désignées. Il existe de telles laves aux monts d'Or : elles sont extraordinairement rares; peut-être même ne sont-elles que des fragmens de laves ou granitiques ou porphyritiques ou feld-spathiques. Mais les caractères qui pourroient indiquer l'espèce à laquelle elles appartiennent, ont entièrement disparu; et elles n'offrent qu'une masse vitreuse dans laquelle seulement sont disséminées quelques molécules feld-spathiques. Ces laves sont quelquefois émaillées: il en est qui sont d'une couleur noirâtre,

qui se rapprochent beaucoup de la nature des laves obsidiennes, mais dont la texture est cependant un peu différente, qui offrent un accident singulier et bien remarquable, c'est qu'elles sont granitiques vitreuses dans une de leurs parties. Cet accident prouve bien que les obsidiennes sont des substances volcaniques et une modification des laves vitreuses. Les deux substances dont se composent ces laves, peuvent-elles ne pas avoir la même origine ? Or, la portion granitique vitrifiée est, sans nul doute, un produit des volcans; donc l'obsidienne l'est aussi.

Parmi les produits des monts d'Or, on rencontre des laves siliceuses, des laves à base de cacholong, des laves hydrophaniques, des laves opalines, des laves pechtinites : c'est surtout à Gergovia qu'on les trouve. Le basalte qui recouvre la cime de cette montagne, étant un fragment d'une coulée des monts d'Or, vous jugez que c'est à juste raison que sont classées parmi les produits de cette chaîne, les substances volcaniques existantes à Gergovia. Je réunis ensemble toutes ces diverses substances, parce qu'elles sont souvent réunies dans le même bloc; et que tout annonce qu'elles appartiennent originellement à la même substance, et qu'elles ne sont qu'une modification l'une de l'autre. Sans doute encore elles ne sont que des modifications diverses de matières vitreuses. J'ai été long-temps indécis sur leur mode de formation : mais maintenant je ne doute plus de leur volcanisation. D'abord il me paroît impossible de douter de la volcanisation du pechtein; il a l'aspect, le facies, la cassure, la fragilité des matières vitreuses. On le trouve parmi les produits volcaniques : sa coexistence avec eux ne décèle-t-elle pas une origine

commune ? Il existe au Cantal des substances dont j'ai parlé dans mes Observations, (voyez page 147 et suiv. des notes); substances qui sont sans nul doute vitreuses, et qui ont la même texture, la même couleur, qui offrent en un mot les mêmes accidens : des substances dont tous les traits, tous les caractères sont les mêmes, peuvent-elles ne pas avoir une origine identique ? Si cette substance pechtinite de Gergovia étoit un produit neptunien, parmi les substances de cette nature on en trouveroit qui auroient au moins quelque ressemblance avec elle; mais vous en chercheriez vainement. S'il devoit se rencontrer quelque part une pareille substance, ce seroit dans la roche calcaire sur laquelle repose le basalte; je l'ai parcourue dans toutes ses parties; je n'y ai pas découvert le plus léger vestige de pechtein. Tout annonce donc qu'il n'a pas une origine neptunienne : il doit donc avoir une origine vulcanienne.

Il est à remarquer encore que dans des roches calcaires qui forment une partie du bassin de Clermont, qui sont, ainsi que la roche calcaire de Gergovia, le résultat des dépôts des eaux de la mer, et qui originellement ont dû former avec elle une seule et même masse, il n'existe point de pechtein. Il est donc certain que la même cause qui a produit ces roches, n'a pas produit cette substance : elle ne peut donc devoir sa naissance qu'aux volcans.

Une autre observation à faire, c'est que dans des roches calcaires existantes dans différentes parties de l'Auvergne, il s'y trouve des substances siliceuses, mais jamais des substances pechtinites : celles-ci ne se trouvant point parmi les produits des eaux, ne peuvent pas être regardées comme leur ouvrage.

Personne n'est plus convaincu que moi que les productions neptuniennes peuvent avoir la plus grande analogie avec les productions volcaniques : mais je suis aussi intimement convaincu qu'il existe entre elles quelque légère différence, perceptible aux yeux de celui qui les étudie attentivement, et qui les compare entre elles avec le plus grand soin : or, le pechtein de Gergovia porte particulièrement l'empreinte des substances volcaniques; et il vous est facile d'en juger d'après ce que je vous ai dit.

Si le pechtein de Gergovia est une production des volcans, comme tout concourt à le démontrer, les substances siliceuses, opalines, hydrophaniques et à base de cacholong, qui s'y trouvent, doivent être aussi regardées comme des productions volcaniques : car souvent elles coexistent toutes ensemble ; elles se trouvent rassemblées dans le même bloc, comme je vous l'ai déjà dit: le seroient-elles, si elles n'avoient une origine commune? D'ailleurs, elles ont toutes l'aspect plus ou moins vitreux; et par conséquent plus ou moins volcanique.

Il est d'autres volcans parmi les produits desquels on trouve des substances siliceuses, l'opale, l'hydrophane, le cacholong, qu'on nomme aussi cachalon.

Je n'entre pas dans les détails des caractères distinctifs de ces diverses substances; ces détails sont étrangers à ces lettres : ils sont décrits par les minéralogistes. Je ne dis rien non plus de l'explication des phénomènes de l'opale et de l'hydrophane : de pareilles discussions m'entraîneroient trop loin; et je suis pressé par le temps. L'illustre Haüy, qui a des connoissances aussi profondes en physique qu'en minéralogie, a expliqué ces phénomènes dans son excellent Traité de mi-

néralogie. Le célèbre Patrin en a proposé une autre explication dans le Dictionnaire d'histoire naturelle, de M. Déterville, article *Hydrophane*.

Mais comment ces diverses substances, qui forment quelquefois des masses considérables, peuvent-elles être parvenues des monts d'Or jusqu'à Gergovia ? La lave basaltique y est parvenue : ces diverses substances ont pu par conséquent y parvenir aussi. La lave dans son cours a pu les entraîner avec elle; les eaux ont pu également les y charrier : mais vous jugez qu'alors le sol n'étoit pas coupé par des vallons comme il l'est. Les coulées basaltiques qui se prolongent jusqu'aux monts d'Or, le démontrent d'une manière évidente.

Une question intéressante qu'on peut faire relativement à ces diverses substances, qui n'est peut-être pas facile à résoudre, ou qui du moins exigeroit pour son entière solution de grands développemens, que je ne puis pas me permettre maintenant, seroit celle-ci : ces substances étoient-elles existantes dans le sein de la terre ? ou ont-elles été de sa surface entraînées dans les abîmes du volcan ? ou ont-elles été seulement altérées par le contact des matières qu'il a vomies ? ou ont-elles été produites dans ses goufres ? Qu'il me suffise de vous dire que l'opinion la plus vraisemblable est qu'elles doivent leur naissance à des combinaisons diverses des matières volcaniques, et par conséquent qu'elles ont été produites par le volcan. Je reviendrai ailleurs sur cet objet.

LETTRE XXVII.

Les quantités de ponces, Monsieur, existantes dans la chaîne des monts d'Or sont immenses, comme je l'ai déjà dit, dans ma XXe. lettre. Ces ponces offrent beaucoup de différences entre elles, dans leur couleur, dans leur texture, dans leur degré de vitrification, dans leur grosseur. En général elles sont d'un volume très-peu considérable : tout annonce même que souvent elles ont été vomies par le volcan dans un état de pulvérulence : les amas immenses de détritus ponceux qui existent, ne peuvent être dûs qu'à cette cause : la décomposition seule ne les auroit point produits. Les volcans qui brûlent nous apprennent que des déjections on ne peut plus abondantes de matières ponceuses pulvérulentes ont lieu quelquefois : vous n'ignorez pas que le Vésuve en produit de telles. Il paroît que ces matières ponceuses ont été vomies simultanément avec des substances aqueuses ou des matières boueuses, de manière à pouvoir donner naissance à des concrétions : ou peut-être ces matières ponceuses, après avoir été vomies par le volcan, ont été remaniées par les eaux, qui en ont formé des dépôts plus ou moins considérables. Il en est dans la chaîne des monts d'Or, qui me semblent devoir leur existence à l'une et l'autre cause.

Vous n'ignorez pas qu'il est des volcans qui ont donné naissance à des coulées de pierre ponce. Dans l'île Lipari ces courans de lave punicée sont très-nom-

breux; ils environnent de toutes parts les bouches des volcans, et sont superposés quelquefois les uns sur les autres. Rien n'indique que les ponces aient formé des coulées aux monts d'Or : tout dit au contraire qu'il n'y en a pas eu, et que les ponces qui existent ont été rejetées par le volcan en blocs isolés.

En général les substances ponçeuses ont été primitivement des substances feld-spathiques. Si des substances différentes du feld-spath sont converties en ponces, je crois que ce sont des accidens rares. Dans presque toutes les ponces que j'ai observées, les parties ponceuses m'ont paru avoir été originellement feld-spathiques; néanmoins je n'oserois assurer qu'il n'y a que le feld-spath que les agens volcaniques puissent changer en ponce : comme également je n'oserois assurer que des substances différentes du feld-spath puissent éprouver une pareille métamorphose. Mais je ne crois pas que toutes les laves, quelle que soit leur nature, puissent passer à l'état de ponce : vous savez que c'est l'opinion du célèbre Spallanzani. L'observation des ponces de l'Auvergne paroît la démentir.

L'état ponceux est le résultat de la vitrification : mais il me semble difficile de fixer le degré de feu nécessaire pour réduire la lave à cet état. Ce qui me paroît certain, c'est qu'il faut un degré de feu plus violent que celui qui est nécessaire pour produire la vitrification. Il est des laves porphyritiques, entièrement vitrifiées, dans lesquelles il n'y a que quelques parties ponceuses; et sans doute ces parties ponceuses n'ont été formées que parce qu'elles ont été chauffées plus fortement que les autres. Il paroît aussi qu'il faut, pour amener une lave à l'état ponceux, un coup de feu plus actif et plus

fort que celui qui est nécessaire pour la vitrification du quartz. Dans des laves en partie ponceuses, qui ont conservé encore tous les traits caractéristiques des substances granitiques, on voit du quartz vitrifié; on y voit aussi vitrifié, ou du moins altéré, le feld-spath amorphe ou cristallisé, qui entre dans sa composition. Je vous ai déjà parlé, dans ma XXe. lettre, de cette lave que j'ai découverte à Mareuge, qui est une des plus belles laves qu'il soit possible de voir, et une des plus importantes pour l'étude des ponces, parce qu'on y suit pour ainsi dire pas à pas la marche des agens volcaniques pour la formation des ponces. Il est à remarquer que dans ces laves ponceuses, quoiqu'elles formassent des masses considérables, je n'ai cependant jamais aperçu du feld-spath intact; il étoit au moins étonné, comme je vous l'ai déjà dit. Il l'étoit également dans toutes les laves ponceuses que j'ai observées. Des naturalistes disent avoir vu des laves ponceuses dans lesquelles étoient de scristaux de feld-spath, qui n'avoient subi aucune espèce d'altération de la part des agens volcaniques : je crains bien qu'on n'ait été induit en erreur. Peut-être si ces cristaux eussent été observés avec beaucoup de soin, on y auroit remarqué des empreintes plus ou moins prononcées de volcanisation.

Cependant je conçois qu'il est absolument possible qu'une lave ponceuse, surtout si elle forme une masse considérable, ou si elle n'en est qu'un fragment, renferme des cristaux de feld-spath entièrement intacts : les agens volcaniques peuvent exercer leur action sur quelques parties d'une masse, et ne pas l'exercer sur d'autres. Amoncelez des substances végétales; qu'elles s'enflamment : certaines seront fortement chauffées, et

d'autres ne ressentiront presque aucune atteinte du feu ; et leurs traits ne seront nullement altérés. Ainsi dans l'opération si simple et si industrieuse de la carbonisation artificielle du bois, des tronçons de bois demeurent presque entièrement intacts. Ainsi dans les fours à chaux, des pierres calcaires seront totalement dépouillées de leur acide carbonique par l'action du feu; et d'autres n'y subiront aucune espèce d'altération : et cependant alors le feu est concentré ; on le force de se porter graduellement et uniformément sur toutes les substances soumises à son action : mais il ne peut être tellement enchaîné, que sa marche ne soit par fois errante et vagabonde. Que seroit-ce s'il étoit entièrement abandonné à sa liberté ? sa marche seroit bien plus inconstante encore. L'existence des cristaux intacts de feld-spath dans les laves ponceuses, n'offre donc pas une objection insoluble contre le système ordinaire de volcanisation, comme le pense M. Patrin.

D'ailleurs l'existence de ces cristaux dans des laves ponceuses, en la supposant réelle, ce que je ne crois pas, seroit également difficile à expliquer dans le système de M. Patrin. Il est inutile que je rappelle ici les réflexions que j'ai faites relativement à l'existence de pareils cristaux dans des laves granitiques. (Voyez ma lettre XXIVe.) Le calorique produit par la condensation des substances gazeuses, comment peut-il n'attaquer qu'une partie de la lave ? Ainsi, sous ce rapport, la difficulté seroit la même dans les deux systèmes. Je me trompe, la difficulté est plus grande dans le système de M. Patrin. Dans ce système, les substances volcaniques qui ont subi l'action du feu, ne peuvent devoir leur naissance qu'à des volcans non sous-marins ; et la

réduction

réduction à l'état de ponce suppose une forte action du feu, puisqu'elle exige un feu prolongé au delà de la vitrification. Les substances volcaniques, qui n'ont point été altérées par l'action du feu, ne peuvent au contraire, dans ce système, avoir été produites que par des volcans sous-marins : or quand ces deux diverses substances, dont l'origine, quoique appartenant à des volcans, est cependant si différente, coexistent, se trouvent réunies ensemble, ne forment qu'un seul et même tout, il faut nécessairement qu'elles se soient formées simultanément. Cette simultanéité de formation est impossible dans ce système, parce qu'un volcan ne peut pas être sous-marin, et non sous-marin dans le même instant.

Un accident à remarquer, c'est que dans des cristaux de feld-spath vitrifiés, et de la plus grande régularité, il existe des parties ponceuses. Un autre accident à observer, c'est que les substances qui environnent les matières ponceuses ne sont souvent qu'émaillées, et quelquefois même elles ne paroissent telles que lorsqu'on les regarde avec une loupe ; à la vue simple, vous les prendriez pour des substances terreuses ordinaires. Il existe, comme vous savez, quelques différences entre les substances émaillées, et celles qui sont vitrifiées ; ces différences sont particulièrement empruntées de la transparence qui est nulle dans les premières, et plus ou moins grande dans les dernières : mais comme ces différences sont quelquefois très-peu prononcées, il m'arrive souvent de confondre ces substances ensemble, et de les désigner sous le nom de laves vitreuses.

J'avois cru que les laves ponceuses de Mareuge avoient été produites par une roche granitique feld-spathique, qui avoit brûlé sur place ; j'avois peine à me persuader

que des laves qui n'auroient pas eu un pareil mode de formation, pussent conserver si parfaitement les traits caractéristiques des roches granitiques : et ce qui paroissoit devoir ajouter un nouveau degré de probabilité à cette idée, c'est que des laves existoient en grandes masses, et qu'elles avoient des formes anguleuses. Des fouilles que j'ai fait faire m'ont appris qu'elles étoient un dépôt des eaux. Les diverses couches formées par elles, se laissent aisément apercevoir, et ne peuvent laisser aucun doute sur leur travail. On conçoit que des substances charriées en grandes masses par les eaux, chargées peut-être de diverses matières pulvérulentes, et dont le cours embarrassé pouvoit par conséquent être lent, ont pu conserver leurs angles et leurs arêtes.

Trompé par quelques observations, j'avais imaginé que la réduction d'une substance à l'état de ponce, pouvoit être produite, sans que cette substance entrât en fusion; (voyez ma VIIe. lettre) : croyant maintenant que la vitrification d'une substance suppose qu'elle a été fondue; et la réduction à l'état ponceux supposant une vitrification préexistante, vous jugez que j'ai renoncé à cette opinion. Ainsi des lumières acquises sur un objet vous éclairent sur un autre. D'ailleurs il paroît que les parties filamenteuses des ponces n'auroient pas pu être produites, si elles n'avoient été dans un état de fusion; fusion qui peut recevoir des modifications sans nombre. Tout dit que celle qui a donné naissance à la formation de la ponce, n'a été que pâteuse.

LETTRE XXVIII.

On trouve, Monsieur, parmi les produits des monts d'Or, des laves entièrement décomposées, des laves en état de décomposition, des laves nullement altérées ; et celles-ci sont en bien plus grande quantité que les autres. De l'état d'altération ou de non-altération de ces laves, il est impossible, comme je l'ai remarqué dans ma XXIe. lettre, de tirer aucune induction concernant leur ancienneté. Il est des laves qui sont évidemment plus anciennes que d'autres, qui sont cependant beaucoup moins altérées, qui ne le sont même pas du tout; quoique des laves plus modernes soient en pleine décomposition. Souvent des laves qui appartiennent à des coulées inférieures sont très-entières, très-intactes ; et des laves qui appartiennent à des coulées supérieures sont totalement dégradées par la main du temps. Vous jugez bien que les coulées inférieures sont nécessairement plus anciennes que les coulées supérieures. Il est donc impossible de juger de l'âge des laves, de l'époque de leur origine, par l'état de leur conservation. Une des causes qui paroissent contribuer principalement à leur altération, c'est l'influence plus ou moins grande de l'atmosphère sur elles ; les laves exposées au contact de l'air sont en général bien plus dégradées que celles qui en sont à l'abri. Une autre cause ; c'est la nature particulière des laves : toutes ne se composent pas des mêmes élémens : celles dans la composition des-

quelles entrent des substances qui n'ont presque nulle affinité entre elles, doivent être bien plus promptement altérées, que celles dont les parties constituantes adhèrent avec force mutuellement. Une autre cause; c'est le gissement : le sol sur lequel elles reposent, peut par des accidens divers hâter leur décomposition. Une autre cause peut-être encore; c'est une tendance particulière des laves à se décomposer. Je ne fais et je ne puis qu'indiquer les causes qui peuvent exercer une influence plus ou moins grande sur leur altération.

Les résultats de leur décomposition sont la silice, l'argile, la chaux, la magnésie, la soude et le fer. A juger de la nature de ces laves par leur aspect, on seroit loin de soupçonner que la silice est une de leurs parties constituantes : cependant elle compose à elle seule la moitié de leur masse; et l'alumine, que l'on croiroit en constituer presque la masse entière, n'en forme seulement pas un sixième. C'est ce qui prouve bien qu'il est impossible de juger sûrement d'un minéral par son aspect; et que le mode d'aggrégation des substances dont il se compose peut être tel, qu'on n'y apercevra aucune empreinte de la substance qui y existe en plus grande quantité; et qu'il empruntera ses traits, sa manière d'être, d'une autre qui n'en constitue qu'une très-petite partie.

Des agronomes ont cherché à déterminer les proportions des diverses terres qui pouvoient former un sol fertile : on diroit que la bienfaisante nature, en produisant les basaltes, a voulu apprendre aux hommes quel étoit le mélange des terres le plus propre à la production des grains. Aussi c'est dans les terreins formés par les basaltes décomposés, que se recueillent les plus abondantes moissons. Dans les montagnes, ce n'est

même que dans ces terreins, que le froment naît et remplit toutes les espérances du cultivateur. Aussi ces terres sont-elles appelées *fromental*; et les autres beaucoup moins substancielles, qui ne sont que le résultat de la décomposition des roches granitiques, propres seulement aux petites semences, sont nommées terres de *varenne*; mot sans doute primitivement dérivé d'*arena*, qui signifie sable. Ainsi les biens et les maux se compensent dans l'économie admirable de l'univers : ainsi les volcans, après avoir désolé un pays, deviennent par leurs produits une source de richesses pour l'agriculture.

Dans ma lettre IXe., je vous ai parlé du tripoli qui se trouve dans une vallée qui porte le nom de vallée de la Dogne, et qui est creusée dans la montagne qui est particulièrement appelée le mont d'Or : je vous ai dit aussi quel étoit son mode de formation. Dans d'autres endroits de la chaîne, et surtout dans les environs de Murat-le-Kaire, il existe des substances qui ressemblent beaucoup au tripoli, et qui cependant n'en sont pas; qui sont plus légères, qui ont moins de consistance, parce que dans leur composition il entre des parties ponceuses. Aussi elles ne peuvent pas dans les arts servir aux mêmes usages que le véritable tripoli.

Les cendres volcaniques sont rares aux monts d'Or: mais ce n'est nullement étonnant; ces matières pulvérulentes sont si légères, qu'elles peuvent aisément être entraînées par les eaux, et même dispersées par les vents. Aussi ce qui me surprend, c'est qu'il en reste encore des traces. Il semble que la nature se soit plue à les conserver, afin qu'il ne manquât aucune preuve de la volcanisation des monts d'Or. Un pays où se trouvent toutes les substances qui existent dans ceux où brûlent

des volcans, peut-il n'avoir pas été lui-même volcanisé? Ces substances ne sont-elles pas des témoins irrécusables, qui attestent hautement sa déflagration; et qui vous disent avec énergie que ses produits doivent leur origine, non aux eaux, mais aux volcans? J'ai trouvé des cendres volcaniques dans le vallon de Vandé: et il est à remarquer qu'elles sont mêlées avec quelques scories: ce qui est plus à remarquer encore, c'est que la lave qui repose sur ces déjections volcaniques, est basaltique. Oh! que les monts d'Or prouvent avec évidence que les basaltes sont des produits des volcans! Eh! comment se persuader que des substances minérales qui reposent sur des cendres volcaniques mêlées avec des scories, ne doivent pas leur naissance aux volcans? Toutes les circonstances locales indiquent identité d'origine.

J'ai trouvé des laves isolées recouvertes de matières pulvérulentes parfaitement semblables aux cendres volcaniques: j'ai été long-temps indécis pour savoir si c'étoit réellement des cendres volcaniques, de véritables déjections pulvérulentes des volcans; ou le résultat de la décomposition de ces laves. Je suis porté à croire qu'elles sont produites par cette dernière cause. Ainsi les cendres volcaniques existantes parmi les produits des volcans, ne doivent pas toujours être regardées comme le résultat de leurs déjections pulvérulentes. J'ai observé aussi que le frottement de certaines laves les unes contre les autres produisoit comme une espèce de poussière que l'on auroit prise pour des cendres volcaniques: ce qui engageroit à penser que celles qui sont rejetées par les volcans pourroient provenir, au moins en partie, de ce que dans les abîmes des volcans, les laves poussées par des courans des substances gazeuses qui y sont ren-

fermées, se choquent avec violence les unes les autres : mais il est très - vraisemblable que ces matières pulvérulentes doivent aussi quelquefois leur naissance à la condensation des substances aériformes qui s'échappent des gouffres des volcans. Les quantités immenses de ces matières rejetées par les volcans, sans nulle interruption dans un espace de temps plus ou moins long, leur très-grande atténuation, leur transport à des distances considérables, induisent à le croire : peut-être ces substances gazeuses sont d'une nature particulière qui nous est inconnue. Peut-être les substances gazeuses qui nous sont connues, sont modifiées d'une manière particulière par les agens volcaniques, ou par des circonstances particulières aux volcans. Les combinaisons de ces substances gazeuses se produisent-elles dans les excavations intérieures des volcans ou hors du cratère ? peut-être de l'une et de l'autre manière. Je croirois volontiers que les substances pulvérulentes, qui quelquefois sont transportées à de si grandes distances, sont produites par les combinaisons de ces gaz opérées dans l'atmosphère. Pour donner à ces diverses réflexions tout le développement dont elles sont susceptibles, il me faudroit entrer dans de longs détails ; et c'est ce que le temps ne peut pas me permettre. Cette opinion se rapproche beaucoup, comme vous voyez, de celle de M. Patrin. Plus je médite son système, plus je me convaincs combien quelques - unes des idées grandes et neuves dont il se compose sont vraies : mais plus je me convaincs aussi combien il est inadmissible pour l'explication de certains phénomènes des volcans. Ainsi que ce savant célèbre, je ne doute nullement que les substances gazeuses ne jouent un très-grand rôle dans la

production de ces phénomènes; mais, ainsi que lui, je ne pense pas qu'ils doivent tous leur origine à ces gaz. J'ai dit, dans mes Observations, ce que je pensois de cette dénomination de cendres volcaniques : (voyez pag. 159 et suiv. des notes).

Les concrétions tufeuses sont immenses aux monts d'Or, comme je vous l'ai déjà dit dans ma XXe. lettre : elles offrent beaucoup de différences dans leur texture : il en est qui se composent de laves scorifiées, poreuses, compactes, entières; d'autres de détritus de ces laves; d'autres de substances ponceuses, etc. etc. Ces concrétions renferment la plupart, des matières terreuses pulvérulentes, et des blocs calco-argilleux et argillo-calcaires, dont certains paroissent avoir été rejetés par les volcans; et d'autres, n'être que des fragmens des roches existantes sur la surface de la terre : ils ont été plus ou moins altérés par les agens ou les produits volcaniques. Dans ces tufs, on rencontre aussi de l'arragonite : elle y forme quelquefois des filons dont les diverses dimensions varient beaucoup; d'autres fois on l'y trouve disséminée par petits fragmens. Elle est toujours cristallisée; et assez souvent à rayons divergens : c'est surtout son mode de cristallisation dans les basaltes. (Voyez ma lettre XXVe.). Vous n'ignorez pas combien les opinions des naturalistes sont discordantes sur la nature de cette substance : les uns veulent qu'elle ne soit que du calcaire, parce que dans les analyses qui en ont été faites la chimie n'y a découvert que les élémens dont il se compose : d'autres affirment le contraire, parce que son mode de cristallisation présente des anomalies avec le mode de cristallisation du spath-calcaire, et que ces irrégularités dérangent, contrarient les calculs et les

lois de la cristallographie. On avoit soupçonné l'existence de l'acide phosphorique dans l'arragonite, de sorte qu'elle auroit été un carbonato-phosphate de chaux : rien ne confirme cette conjecture. Je ne serois pas éloigné de croire qu'elle ne fût que du carbonate de chaux ou du calcaire; mais qui auroit été modifié par les agens volcaniques, ou par le contact des matières vomies par les volcans : ainsi la chimie et la cristallographie, que cette substance paroît mettre en opposition, auroient raison l'une et l'autre; et de leur discordance d'opinions dans cette circonstance, on ne devroit pas conclure que ces deux belles sciences ne peuvent pas marcher d'accord, et que leurs principes ne conduisent pas aux mêmes résultats. Si l'arragonite ne se compose que de calcaire, il n'est nullement étonnant que la chimie n'y découvre pas autre chose : et si ce carbonate de chaux a reçu des agens ou des produits volcaniques quelque modification particulière, qui ait un peu altéré sa nature sans la détruire entièrement, il n'est nullement étonnant non plus que la cristallographie aperçoive des anomalies dans son mode de cristallisation, comparé à celui de la chaux carbonatée. En quoi consiste cette modification? c'est ce qu'il est impossible de dire. Mais on conçoit facilement qu'une substance minérale peut être un peu altérée par des agens ou par des produits volcaniques, et cependant conserver ses principaux caractères originels. Il est à remarquer qu'au moins en Auvergne, l'arragonite ne se trouve que parmi les produits des volcans. Combien de modifications particulières ne peut pas seulement apporter à la chaux carbonatée l'eau fortement chauffée par les volcans, qui la tiendroit en dissolution ou en suspension; et qui

dans la suite en formeroit des dépôts. Il est inutile d'entrer dans le détail des divers modes d'altération qu'elle peut recevoir des agens ou des produits volcaniques ; pour si peu que l'on réfléchisse on les entrevoit aisément : je dis des agens ou des produits volcaniques ; cette distinction est nécessaire et aisée à concevoir. Vous jugez que des altérations peuvent être occasionées par les uns et par les autres. Leur mode d'action en général est différent : les premiers l'exercent dans les excavations souterraines ; et les autres au dehors.

Les cimens qui réunissent, agglutinent entre elles les substances, dont se composent ces diverses concrétions tufeuses, varient. Il est calcaire à Pardines, à Monton, etc. ; calco-argilleux à Crouelle, au Pont-du-Château, etc. ; argillo-ferrugineux aux environs du pic de Sanci : presque entièrement ferrugineux aux Bouchers, etc. etc. Dans quelques-uns de ces tufs il paroît n'exister aucun ciment, tant il est peu abondant. On diroit que les substances qui les forment adhèrent entre elles par leur seule force d'affinité. Il est de ces cimens qui doivent leur origine aux déjections boueuses, ou aux déjections pulvérulentes détrempées par les eaux. D'autres ont été produits par les diverses substances terreuses dont les eaux se chargent dans leur cours.

Le mode de formation de ces concrétions tufeuses volcaniques n'est pas le même dans toutes : il en est qui sont le résultat immédiat des déjections volcaniques, comme dans les environs du pic du Mont-d'Or : d'autres doivent leur naissance à des matières boueuses et solides rejetées par les volcans, et remaniées par les eaux ; matières qui ont formé des coulées qui se sont étendues

à des distances plus ou moins éloignées des cratères, comme à Crouelle, au puy de la Poix, au Pont-du-Château, à Vertaison. Tout porte à croire que ces diverses roches tufeuses n'ont formé primitivement qu'une seule et même masse, qui dans la suite a été morcelée par les eaux. La roche tufeuse, si curieuse par les accidens divers qu'elle offre, sur laquelle est construite une partie de Clermont, se compose également de déjections volcaniques, remaniées par les eaux. J'attribue aussi la même origine au grès pissasphaltisé qui se trouve au sud-ouest de Chamalières. J'avoue que sur son mode de formation, mon opinion a été long-temps incertaine. Souvent plus on rassemble d'observations, plus on est embarrassé pour la fixer, quand on est jaloux de l'asseoir sur une base bien solide. Peu de roches sont aussi intéressantes que celle-là pour le naturaliste. Dans toutes ses parties elle est imprégnée de quantités plus ou moins considérables de pissasphalte. Ce grès est très-propre à faire des constructions de la plus grande solidité : M. Schel l'emploie à divers usages : il en forme des terrasses qui rappellent celles de la fameuse Babylone, qui avoient pour ciment de la poix minérale. Vous jugez que des monumens de cette nature sont imperméables à la pluie, et paroissent devoir être éternels. Quels matériaux excellens pour des constructions hydrauliques ne fourniroit pas ce grès-là! Dans quelques endroits il laisse apercevoir des efflorescences, qui ne sont que des sulfates : l'acide sulfurique qui se forme par la combinaison du soufre avec l'oxigène, s'unit à diverses substances terreuses, à la chaux, à l'argille, à la magnésie. Tout annonce que le soufre se produit de toutes pièces dans cette roche, et que c'est

à sa décomposition qu'il doit sa formation. Dans la roche nullement altérée rien n'indique sa présence. Cette observation porte à croire qu'il n'est pas une substance simple, et que la nature le compose par l'aggrégation de divers élémens : (voyez ma lettre XXIVe.). Il est inutile de vous dire que les concrétions tufeuses produites par les déjections des volcans, offrent les plus grandes différences entre elles : on conçoit sans peine que les matières qu'ils rejettent, varient beaucoup dans leur nature, leurs quantités, leurs proportions ; et que les divers modes d'action des eaux sur elles apportent aux roches plusieurs modifications particulières. Les détails appartiennent à l'histoire naturelle de l'Auvergne. Il est des tufs qui doivent uniquement leur origine aux eaux : elles ont charrié diverses matières volcaniques éparses et isolées, et en ont formé des dépôts, auxquels elles ont fourni un ciment.

Mais quelles sont les eaux qui ont travaillé les divers tufs à la formation desquels elles ont concouru ? Ce sont les eaux vomies par les volcans, et les eaux fluviatiles ; les eaux de la mer n'ont contribué en rien à la confection de ces tufs : tout dit qu'elles s'étoient retirées de ce pays lorsqu'ils ont été formés. Je ne sais qu'énoncer cette assertion ; les preuves sur lesquelles elle repose exigeant de grands, de longs développemens, je les tais dans ces lettres.

Il est de ces roches tufeuses, dont le ciment est calco-argilleux, qui offrent les accidens les plus curieux : les matières dont elles se composent, sont la plupart imprégnées de pissasphalte. J'observerai à ce sujet qu'il est des roches calcaires qui doivent être plus ou moins imprégnées de cette poix minérale ; car elles en répan-

dent l'odeur quand on les frappe, qu'on les froisse, qu'on les expose à l'action de la chaleur, ou qu'on hume dessus. Ces roches, qui sont regardées comme des dépôts des eaux de la mer, seroient-elles des produits des déjections des volcans ? C'est une question importante dont je me propose de m'occuper dans un ouvrage particulier. Dans les matières tufeuses le pissasphalte est à l'état de mélange et à l'état de combinaison ; et ce sont ces différences d'état qui sont les causes des modifications particulières qu'il présente : (voyez ce que j'en ai dit dans mes Observ., pag. 16 et suiv. ; pag. 176 et suiv. des notes). C'est lors de la formation des roches qu'il a été comme pétri par les eaux avec les autres matières dont elles se composent. Les substances bitumineuses pouvant être produites par les eaux de la mer, (voyez mes Observations, pag. 19 et suiv. des notes), il peut être qu'elles ont fourni une partie de ce pissasphalte : mais il est à croire que les volcans ont donné naissance à des quantités plus ou moins grandes de cette poix minérale si abondamment répandue dans l'Auvergne. De pareilles déjections, faites aussi quelquefois par les volcans qui brûlent, peuvent être le résultat de la décomposition des matières bitumineuses existantes dans le sein de la terre, et des combinaisons de diverses substances gazeuses. Ces différentes réflexions ne peuvent être qu'indiquées. Sur ce pissasphalte qui suinte, découle plus ou moins abondamment de certaines roches, se forment quelquefois de beaux mamelons de calcédoine, et de superbes groupes en rose de cristaux de quartz calcédonieux à couleurs irisées ou opalines, que la couleur noire du fond du tableau fait ressortir encore davantage, et rend plus vives et plus étin-

celantes. (Voyez ce que j'ai dit, dans mes Observ., du mode de formation de ces substances calcédoniques et quartzeuses, p. 16 et suiv.; p. 174 et suiv. des notes). J'ajouterai seulement que ces mamelons de calcédoine que je regardois comme des produits amorphes, sont maintenant à mes yeux des produits de la cristallisation : j'en ai vu qui se composoient de plusieurs couches concentriques parfaitement régulières. Si à ce trait on ne reconnoît pas le sceau de la cristallisation, je ne sais plus quelle pourra être son empreinte carastéristique; vous pouvez appliquer ici les réflexions que j'ai faites sur les laves sphéroïdales. (Voyez ma lettre XXVe.) Il est à remarquer que les cristaux de quartz ne se trouvent qu'avec le pissasphalte, et que cette dernière substance n'accompagne pas toujours la calcédoine. Une autre observation encore à faire, c'est que ces deux substances ne se trouvent que dans des matières tufeuses, et dans les matières tufeuses qui renferment plus ou moins de calcaire.

Outre les substances calco-argilleuses et argillo-calcaires existantes dans les concrétions tufeuses, substances dont je vous ai parlé; j'ai trouvé d'autres substances de cette nature isolées parmi les produits volcaniques des monts d'Or : j'ai trouvé aussi parmi ces produits des fragmens de roche granitique primitive, et des blocs de grès que les feux des volcans n'avoient nullement altérés. Une remarque à faire, c'est que ces blocs de grès, frappés ou froissés, répandent une forte odeur pissasphaltique; ce que ne font pas les fragmens granitiques. Tout annonce que ces diverses substances ont été rejetées par les volcans. Appartiennent-elles à des roches préexistantes à leur inflammation, ou ont-elles été produites par eux? Quand on ne veut pas hasarder

son opinion, je crois qu'il est impossible de décider à laquelle de ces deux causes elles sont redevables de leur origine. Peut-être doivent-elles leur existence à l'une et à l'autre ? Tout dit que les volcans peuvent rejeter des fragmens intacts des roches primitives, et que par la combinaison des matières élaborées par eux, il peut se former dans leur sein des substances semblables aux roches primitives. Les fragmens de roche granitique primitive sont rares parmi les produits des monts d'Or. Le grès l'est moins; et il le seroit bien moins encore, si celui dont je vous ai parlé dans ma lettre XXe. avoit une origine volcanique.

Quelque nombreux que soient les produits des monts d'Or dont je viens de vous entretenir, il est à croire qu'il y en existe cependant d'autres : on en découvre sans cesse de nouveaux dans les nouvelles courses que l'on y fait. Et je suis bien loin de les avoir tous parcourus. Ce sont des sources inépuisables de richesses minéralogiques et d'instructions géologiques; et voilà pourquoi on ne se lasse jamais et on ne doit jamais se lasser de les parcourir; il ne faut en laisser aucune partie sans la visiter plusieurs fois avec la plus grande attention: mais l'étude des monts d'Or, direz-vous peut-être, occuperoit seule alors toute la vie d'un homme ? Eh! sans doute cette chaîne offriroit à un naturaliste des sujets de recherches et de méditation toute sa vie, s'il étoit désireux de bien la connoître. Je ne sais même pas si toute la vie d'un homme, pour si dévoré qu'il fût de la passion de la science, pourroit suffire à acquérir l'entière connoissance de tout ce que cette chaîne offre de curieux et d'intéressant. Comment donc oser nous flatter de la connoître, nous qui ne pouvons y jeter qu'un coup

d'œil très-superficiel ? Il faudroit à chaque pas que l'on fait dans ce sol, qui doit être pour ainsi dire sacré pour les naturalistes, il faudroit, dis-je, à chaque pas, s'arrêter, observer, étudier, méditer. Jugez si celui qui le parcourt avec la rapidité d'un éclair, peut recueillir un grand fruit de ses courses. Il faudroit plus encore, il faudroit pouvoir fouiller dans ses entrailles : c'est particulièrement dans son intérieur que le naturaliste doit être jaloux de porter un œil curieux : mais comment pouvoir y lire ? Les ravins eux-mêmes n'offrent pas à notre avide instruction tous les secours que nous voudrions exiger d'eux; ils ne satisfont pas et ne peuvent pas satisfaire pleinement notre inquiète curiosité. On imagine aisément combien les parties de ce sol qui sont cachées à nos regards, doivent être intéressantes à observer, puisque celles qui s'offrent à nos yeux le sont tant : et cependant leurs traits ne peuvent avoir été qu'altérés par le temps, l'air, les eaux et les hommes.

LETTRE XXIX.

AU sud des monts d'Or, Monsieur, à 35 ou 40 mille mètres (7 à 8 lieues) de distance, est une autre chaîne volcanique qu'on appelle le Cantal : son étendue du sud au nord peut être de 70 à 75 mille mètres, (14 à 15 lieues); et de l'est à l'ouest, de 55 à 60 mille mètres, (11 à 12 lieues). Je vous rappellerai ici une réflexion que je vous ai faite en parlant des monts d'Or; c'est que de pareilles mesures ne peuvent jamais être qu'approximatives;

proximatives; les limites de ces chaînes surtout n'étant pas fixées d'une manière bien précise. Il n'est cependant pas douteux que la chaîne du Cantal ne soit plus considérable que celle des monts d'Or. Une observation à faire ; c'est que la plus grande déclivité de la chaîne du Cantal correspond à la plus grande déclivité de la chaîne des monts d'Or ; qu'elle se dirige vers le nord-ouest : ce qui prouve encore que les eaux de la mer, en abandonnant ce pays, se sont retirées vers cette partie de l'horizon : (voyez mes lettres IIIe. et XVIe.) Cette déclivité devoit être plus sensible encore avant les éruptions des coulées des volcans ; car cette partie a été beaucoup plus inondée par elles que toutes les autres.

La volcanisation du Cantal ne peut pas être révoquée en doute : les grandes quantités de laves poreuses et scorifiées qui s'y trouvent, ne peuvent laisser là-dessus aucune incertitude. Il s'y trouve aussi beaucoup d'autres substances qui sont évidemment les produits des volcans, comme je vous dirai ailleurs. Les grands traits qui caractérisent les monts d'Or, caractérisent le Cantal : il existe cependant quelques différences entre ces deux chaînes ; mais ce sont des différences purement accidentelles, qui ne tiennent nullement à la nature, à l'essence des choses. Souvent les produits de ces deux chaînes sont les mêmes ; c'est la même manière d'être, le même mode d'existence : on pourroit peut-être, en les examinant avec la plus grande attention, observer quelques nuances entre eux ; mais elles sont si légères, elles sont si peu sensibles, qu'on peut aisément se dispenser de les remarquer. Il est sans doute des substances propres au Cantal, comme il en est de propres aux monts d'Or ; mais elles sont rares : on peut dire qu'en

général les produits de ces deux chaînes ont entre eux la plus grande ressemblance. Eh ! comment n'existeroit-il pas entre eux la plus grande analogie ? Les volcans qui leur ont donné naissance sont séparés par de si petites distances, qu'on doit, pour ainsi dire, les regarder comme ne formant qu'un seul et même volcan. Si, comme l'Etna et le Vésuve, de grands espaces les séparoient, de grandes différences pourroient être remarquées entre leurs produits: mais quand ils sont si rapprochés, les résultats de leur travail doivent être à peu près les mêmes ; et les accidens qu'ils offriront, seront aussi à peu près les mêmes. Ce qui m'étonne, c'est que de grands volcans, comme l'ont été ceux du Cantal et des monts d'Or, se soient formés si près les uns des autres.

Ainsi qu'aux monts d'Or, les cratères n'ont pas au Cantal des formes prononcées: et voilà pourquoi il est très-difficile de déterminer d'une manière sûre le lieu de leur emplacement. Pour y réussir, j'ai fait au Cantal ce que j'avois fait aux monts d'Or; j'ai remonté différentes coulées en partant de divers points de l'horizon.

Cette entreprise est cependant beaucoup plus pénible encore au Cantal qu'aux monts d'Or : les coulées y sont beaucoup plus morcelées; et les ravins qui en séparent les fragmens, me paroissent plus profonds et plus inaccessibles : les dangers qu'on court en les gravissant sont plus grands. Un autre inconvénient, c'est que les coulées y sont moins distinctes qu'aux monts d'Or; elles ne forment presque toutes, dans un espace très-étendu, qu'une seule masse, qu'un amas immense de produits volcaniques. Il faut se transporter à des distances éloignées de la partie centrale du Cantal, pour retrouver des fragmens de coulées isolées.

Puissamment excité par le désir de pouvoir fixer, au moins d'une manière probable, le lieu de l'emplacement des cratères ; j'ai surmonté toutes les difficultés qu'offrent ces courses ; difficultés desquelles il est impossible de se faire une idée, à moins d'avoir fait des courses pareilles. Tout ce que je puis dire, c'est que les peines, les fatigues, les dangers sont sans nombre ; et que lorsque ces courses sont faites, on est tout étonné de les avoir faites : un sentiment involontaire de frayeur s'empare de votre âme, au seul souvenir des périls sans cesse renaissans, auxquels vous avez été exposé. J'ose même assurer qu'il y a de la témérité à entreprendre de pareilles courses : mais quand on est dominé par la passion d'une science, écoute-t-on les conseils de la froide raison ? On ne voit que le but auquel on veut parvenir ; on ne mesure pas les distances ; on ne calcule pas les obstacles : rien ne vous arrête, parce qu'il faut parvenir à ce but.

J'ai fait tout ce que j'ai pu pour pouvoir me reconnoître au milieu du désordre et du cahos qu'offrent les coulées du Cantal ; et pour jamais ne laisser échapper de mes mains le fil qui pouvoit me diriger d'une manière sûre, au milieu de ce dédale presque inextricable : car il est très-difficile de recomposer par la pensée les coulées de ces volcans. Les parties dont elles se formoient, n'offrant plus maintenant que des masses éparses et isolées, altérées souvent diversement par le temps ou par d'autres accidens ; confondues quelquefois avec d'autres qui présentent à peu près les mêmes traits, la même physionomie ; on est très-embarrassé pour les reconstruire et pour fixer la place qu'ont occupée primitivement tant de matériaux divers.

En remontant ces différentes coulées, je suis parvenu

à quelques points principaux de la partie centrale du Cantal; où je crois d'autant plus volontiers qu'ont brûlé des volcans, qu'ils sont les points les plus élevés de la chaîne; que les coulées par conséquent ont pu aisément s'en déverser dans les parties environnantes, et que l'on y voit des amas plus ou moins considérables de laves poreuses et scorifiées. Ces points principaux sont le plomb du Cantal, le puy Vialan, le puy Mari. Les laves existantes dans ces lieux que je présume avoir été des volcans, sont quelquefois libres et isolées; mais le plus souvent enchâssées dans des matières tufeuses, que tout annonce prendre là leur origine, et devoir leur naissance à des déjections des volcans, faites dans ces lieux-là mêmes. Les laves ont conservé sans nulle altération leurs formes anguleuses; leurs arêtes ne sont nullement oblitérées; ce qui prouve bien qu'elles n'ont point été roulées. Il est de ces matières tufeuses qui portent les empreintes les plus profondes de la plus grande déflagration; tant les laves dont elles se composent sont fortement torréfiées. Ce qui vous étonne davantage, c'est que ces laves paroissent avoir été vomies tout récemment par les volcans. C'est surtout à la base de ces divers puys, que l'on trouve ces masses tufeuses, qui ont été soumises à l'action du feu le plus dévorant, et dont les empreintes semblent indestructibles. Que les montagnes du Cantal sont profondément marquées du sceau de la volcanisation! Oh, que les neptunistes doivent avoir peu parcouru cette chaîne! Comment méconnoître son origine volcanique! elle est gravée en caractères ineffaçables, dans tous les objets qui s'offrent à vos regards.

Le puy de Vialan offre un accident bien remarquable; c'est que presque toute sa masse, qui est immense, se

compose de laves poreuses et scorifiées. Le plomb du Cantal et le puy Mari n'en ont guère qu'à leur base; et elles constituent, pour ainsi dire, tout le puy Vialan. Un autre accident digne d'être observé, qu'offre ce puy, c'est que les laves poreuses et scorifiées dont il se forme, sont souvent libres et isolées; tandis que dans les autres elles sont presque toutes enchâssées dans des matières tufeuses. Ces laves ressemblent parfaitement à ces laves poreuses et scorifiées, dont sont formés les cratères des volcans des monts Dôme : aussi lorsque je les ai vues, la première idée qui s'est présentée à mon esprit, c'est qu'elles étoient le résultat d'un volcan moderne, qui s'étoit allumé dans ce lieu-là : mais la considération attentive des localités m'a forcé bientôt à renoncer à cette opinion. Tout dit qu'il n'y a eu à ce puy qu'un seul acte de volcanisation, qui est contemporain de la volcanisation du reste de la chaîne. Aucun puy dans toute la chaîne du Cantal, n'est peut-être aussi curieux, et n'offre aux naturalistes autant de sujets d'étude et de méditation, que le puy de Vialan.

Tout porte à croire qu'il s'est allumé encore un autre volcan dans les environs de Murat : on y trouve beaucoup de matières tufeuses, composées de laves fortement torréfiées, et qui paroissent produites par des déjections d'un volcan, faites dans ces lieux-là-mêmes : on y trouve aussi des laves poreuses et scorifiées, isolées. Il paroît également que des coulées y ont pris naissance. En un mot, toutes les circonstances locales déposent, comme à l'envi, en faveur de l'existence d'un volcan dans ces lieux. J'avoue cependant que mon opinion sur cet objet a été long-temps incertaine : dans la première course que j'ai faite à Murat, j'avois

cru qu'un volcan y avoit brûlé : diverses réflexions que j'avois faites depuis, m'avoient dissuadé de cette idée ; néanmoins mon esprit étoit encore irrésolu. Désireux de fixer mes incertitudes, j'ai voulu revoir Murat : libre de toute prévention particulière, j'ai parcouru avec la plus grande attention tous les lieux environnans ; et je me suis rattaché à mon opinion primitive. Il est quelquefois bien difficile d'asseoir son jugement sur une base fixe ! Les observations que vous faites, retiennent souvent l'esprit malgré lui dans un état de fluctuation ; surtout lorsqu'il ne veut céder qu'à l'évidence des preuves. Pour sentir combien ces réflexions sont vraies, il faut avoir voyagé dans ces montagnes ; il faut avoir aimé à approfondir, et à comparer entre elles ses diverses observations ; non-seulement celles qui se font dans la même chaîne, mais encore celles que vous faites dans toutes les chaînes. Celui qui ne jettera sur ces montagnes qu'un regard superficiel ; qui, amoureux des premières idées qui se présenteront à son esprit, écartera avec empressement celles qui pourroient les contrarier, n'éprouveroit assurement jamais un pareil état d'incertitude : il ne pourroit même pas se persuader qu'il fût possible. Souvent plus on cherche à s'éclairer, plus les lumières dont on veut s'environner, deviennent sombres et nébuleuses.

N'ayant point parcouru, bien s'en faut, toute la chaîne du Cantal, j'ignore s'il s'y est allumé d'autres volcans : j'ai peine cependant à le croire ; à moins que ce ne fût des volcans secondaires, c'est-à-dire, moins considérables que ceux dont je viens de parler. Quand placé sur la cime du plomb du Cantal, qui est la montagne la plus élevée de cette chaîne, on en embrasse l'en-

semble ; qu'on suit de l'œil, autant que les circonstances locales et l'étendue de la vue peuvent le permettre, la direction des coulées ; on juge que pour les former il n'a fallu à la nature que ces volcans. Une remarque singulière à faire, c'est que la chaîne du mont d'Or nous a offert un égal nombre de volcans, au moins à caractères marquans : (voyez ma lettre IXe.). Ce rapport n'est sans doute qu'accidentel, et ne tient qu'à un concours fortuit de circonstances. J'ai cru cependant devoir l'observer, parce que tout est à observer dans l'étude des volcans.

Dans la chaîne du Cantal on trouve des lacs plus ou moins vastes, plus ou moins profonds, et à formes plus ou moins régulières. Des naturalistes les regardent comme des cratères : ainsi que presque tous les lacs des monts d'Or, ils ne sont que le résultat des explosions des fluides aériformes renfermés dans les abîmes des volcans. Leur origine doit être commune ; car ils offrent les mêmes accidens. Il est inutile de répéter ici les preuves sur lesquelles je fonde cette opinion. (Voyez mes lettres IVe. et XXIIe.) Je ne crois pas que dans le Cantal il y ait des lacs formés par des coulées volcaniques qui aient opposé une digue au cours des eaux, et les aient retenues captives dans leur lit. Il existe de ces lacs dans les parties intermédiaires de la chaîne du Cantal et de celle des monts d'Or. Les lacs existans entre ces deux chaînes sont à mes yeux une preuve qu'elles communiquent ensemble. Ainsi des lacs qui sont dans les parties intermédiaires de la chaîne des monts d'Or, et de celle des monts Dôme, j'ai conclu que ces deux chaînes communiquent ensemble : les raisons étant les mêmes, je vous renvoie à ce que j'ai dit dans

ma IVe. et XXIIe. lettre, pour prouver cette assertion. Les volcans qui se sont allumés dans les trois chaînes de l'Auvergne communiquent donc entre eux : on pourroit par conséquent dire qu'ils ne forment qu'un seul et unique volcan, dont le foyer a changé de place : et tant de causes différentes peuvent occasioner le déplacement du foyer d'un volcan, et le fixer dans un autre lieu. Celui qui réfléchit ne peut pas se persuader que les diverses chaînes, étant placées à des distances si peu considérables les unes des autres, et étant elles-mêmes si peu étendues, chacune ait eu un foyer volcanique particulier; et à plus forte raison en ait eu plusieurs. Le foyer d'un volcan, et d'un volcan considérable, comme l'ont été ces divers volcans, suppose nécessairement une grande sphère d'activité. Comment, si elle étoit circonscrite dans un petit espace, si elle étoit resserrée dans des limites étroites, pourroit-il donner naissance à de grandes déjections ? Comment les agens volcaniques pourroient-ils exercer leur force d'action ? Les excavations dans les entrailles de la terre, produites par les matières que ces divers volcans ont rejetées de leurs gouffres, doivent donc communiquer les unes avec les autres. Aussi, même dans les espaces intermédiaires entre ces différentes chaînes, vous entendez retentir dans le sein de la terre un bruit sourd, se prolongeant au loin, quand d'un coup fort vous frappez sur sa surface.

Quoique je vous aie parlé de divers volcans existans dans la chaîne du Cantal, n'allez pas croire qu'ils aient eu des foyers particuliers, et qu'ils aient constitué des volcans entièrement différens : tout annonce au contraire que tous ces volcans n'ont formé qu'un seul et même volcan ; que le même foyer les a alimentés, et

qu'il n'y a eu qu'un cratère principal. Dans son enceinte cependant il a pu s'élever, se former plusieurs autres cratères, parce que les éruptions d'un volcan ne se font pas toujours dans le même endroit : tant d'accidens divers concourent à en changer la direction, (Voyez ma lettre XIe.). Les mêmes raisons qui m'ont engagé à croire qu'il n'y avoit eu qu'un cratère principal dans la chaîne des monts d'Or, ont déterminé mon opinion par rapport au Cantal : il est inutile de les rappeler ; (voyez mes lettres XIe. et XIIe.) : qu'il me suffise de vous dire que dans toute l'étendue de l'espace dans lequel ont brûlé ces volcans, je n'ai pas aperçu le plus léger vestige de roche primitive, même dans les plus grandes profondeurs, que j'ai presque toutes visitées, et avec beaucoup de soin. La circonférence qui borne cet espace, peut être de 40 à 45 mille mètres (8 à 9 lieues). Il seroit très-difficile d'assigner la forme de cette circonférence : elle paroît être très-irrégulière ; elle s'allonge plus du sud au nord que de l'ouest à l'est. Le cratère du Cantal me semble avoir été plus grand que celui des monts d'Or. Les accidens divers qui sont cause qu'aux monts d'Or, il n'existe aucune trace prononcée de cratère, sont cause qu'il n'en existe pas non plus au Cantal. (Voyez ma lettre XIIe.). Très-pressé par le temps, et par le désir d'abréger, je vous renvoie autant que je puis à ce que j'ai écrit.

J'avois cru que le puy Mari et le plomb du Cantal avoient brûlé sur place : cette opinion n'est plus maintenant la mienne, puisque je les regarde comme des volcans. Vous devez cependant juger que ces deux opinions ont beaucoup de rapports entre elles ; et que des montagnes qui ont été des volcans, et dont les cratères

ont disparu, ont pu facilement être regardées comme ayant brûlé sur place.

Lorsque je vous ai décrit les monts d'Or, je vous ai dit qu'il s'y étoit allumé des volcans modernes : (voyez ma lettre XXIIIe.) Il est à remarquer que dans la chaîne du Cantal, il ne s'y en est point allumé; du moins je n'y en ai pas découvert : et cependant je l'ai parcourue dans une assez grande étendue; et préoccupé du désir de retrouver dans cette chaîne des volcans modernes: toutes mes recherches ont été inutiles. A quoi tient cette différence entre les deux chaînes ? Pourquoi dans l'une, des volcans modernes s'y sont-ils allumés, et non pas dans l'autre ? c'est ce qu'il est très-difficile de dire. Peut-être lorsque les volcans des monts d'Or s'allumèrent, il ne resta plus de matière volcanique dans la sphère d'activité des volcans du Cantal; tandis que peut-être lorsque les volcans des monts Dôme s'allumèrent, il existoit encore des restes de cette matière volcanique dans les excavations souterraines dépendantes du domaine des volcans des monts d'Or; matière volcanique qui n'avoit pas été rejetée par les volcans, et dont quelque accident particulier détermina la déjection après l'inflammation des volcans des monts Dôme. On pourrait peut-être dire encore que s'il ne s'est pas allumé des volcans modernes dans la chaîne du Cantal, c'est que le foyer des volcans des monts d'Or étant très-considérable a attiré à lui toutes les matières volcaniques existantes dans la chaîne du Cantal. Dans la chaîne des monts Dôme au contraire ne s'étant point formé de foyer principal, les foyers peu considérables qui y ont existé ne pouvant pas exercer une grande force d'attraction, les matières volcaniques existantes dans la chaîne

des monts d'Or, lors de l'inflammation des volcans des monts Dôme y sont restées; et y ont fait une éruption, quand les circonstances ont été favorables.

Ainsi que les coulées des monts d'Or, les coulées du Cantal remplissent des vallées anciennes, et recouvrent des cimes de montagnes. (Voyez ce que j'ai dit à ce sujet dans ma lettre XVIIIe.) Les accidens étant les mêmes, je ne pourrois que répéter les mêmes réflexio s.

Les coulées se sont étendues à des distances plus ou moins grandes. Les parties de l'horizo dans lesquelles elles se sont répandues le plus au loin, s nt le sud-ouest et le sud-est. Il est des coulées dans ces parties de l'horizon qui ont en longueur une étendue de 55,000 à 60,000 mètres (11 à 12 lieues). La partie de l'horizon vers laquelle elles se sont le moins étendues, est le nord. Le Cantal n'étant distant des monts d'Or que de 40 à 45 mille mètres (8 à 9 lieues); on sent combien elles ont été bientôt arrêtées dans leur marche par ces montagnes. J'ai cherché à reconnoître jusqu'où elles s'étoient avancées du côté du nord, et à fixer les limites qui pouvoient les séparer de celles des monts d'Or; toutes mes observations n'ont abouti à aucun résultat heureux. On diroit quelquefois qu'elles sont presque arrivées jusqu'aux monts d'Or: je suis cependant assez porté à croire qu'elles ne s'étendent pas au delà de 25,000 mètres (5 lieues). Il paroît du moins certain que les coulées volcaniques du Cantal se sont plus rapprochées des monts d'Or que celles des monts d'Or ne se sont rapprochées du Cantal. En général, les coulées du Cantal sont plus étendues que celles des monts d'Or, et par conséquent que celles des monts Dôme qui sont les moins étendues de toutes.

Les coulées du Cantal sont mêlées, confondues avec

celles des monts d'Or. Des rivières qui prennent leur source dans ces deux chaînes, se réunissent dans le même lit : des vallées anciennes étoient correspondantes avec les vallées modernes ; et ont été remplies par leurs produits volcaniques. Distinguer d'une manière sûre quels sont ceux qui appartiennent au Cantal et aux monts d'Or, n'est pas toujours chose facile.

LETTRE XXX.

Les productions volcaniques du Cantal offrent, Monsieur, les plus grandes différences entre elles : on y trouve des matières tufeuses, des brèches volcaniques, des laves scorifiées, des laves poreuses, des laves compactes, des laves porphyritiques, des laves granitiques, des laves feld-sphatiques, des laves pétrosiliceuses, des laves cornéennes, des laves siliceuses, des laves opalines, des laves à base de cacholong, des laves pechtinites, des laves vitreuses, des laves pumicées, des laves amphiboliques, des laves pyroxéniques, des laves basaltiques, des laves prismatiques, des laves en table, des laves sphéroïdales, des laves homogènes, des laves mélangées, des laves nullement altérées, des laves en décomposition, des substances calcaires, des substances argileuses, des substances granitiques. Lorsque les produits volcaniques du Cantal n'offriront que les mêmes accidens que ceux des monts d'Or, je ne ferai que les indiquer ; et je ne me permettrai aucune réflexion sur les causes qui les produisent. Je renverrai à ce que j'aurai dit dans mes lettres précédentes.

Les quantités de tuf existantes dans le Cantal sont immenses : des étendues considérables de pays en sont entièrement couvertes, à de grandes hauteurs, et à de grandes profondeurs. Il est plusieurs vallons qui ont été creusés dans le tuf; tel est surtout le beau vallon de Sère et de Vic, qui offre dans presque toute son étendue des points de vue si pittoresques ; et particulièrement dans cet endroit qu'on appellé le *Pas de Compein*. Des blocs énormes se sont détachés des roches tufeuses environnantes ; et encombrent dans ce lieu le vallon dont l'œil mesure à peine la profondeur. C'est dans ces gouffres horriblement beaux, et effrayans à voir, qu'on ne peut cependant s'empêcher de contempler et d'admirer, que la rivière de Sère roule ses eaux avec fracas. Les matières tufeuses, volcaniques se retrouvent à des distances de 30 à 40,000 mètres loin du cratère des volcans. Quand on embrasse par la pensée toutes celles qui existent dans le Cantal, l'esprit s'étonne en réfléchissant combien ont dû être immenses les éruptions boueuses qui les ont formées. Des déjections tufeuses sont assez souvent le résultat des travaux des volcans: mais nuls volcans peut-être n'en ont produit de si grandes quantités. Ces concrétions tufeuses se composent en partie de laves poreuses et scorifiées réunies et agglutinées par des cimens dont la nature varie. Il en est de calco-argileux, d'argilo-calcaires, d'argilo-ferrugineux, de ferrugineux. Quelques-uns de ces tufs doivent leur naissance à des dépôts des eaux : mais presque tous ont été produits par des déjections boueuses des volcans, qui ont été si abondantes, qu'elles ont formé des coulées très-étendues. Il est facile de concevoir comment des matières boueuses, n'ayant aucune

cohérence entre elles, glissant par conséquent aisément les unes sur les autres, peuvent donner naissance à de grandes coulées. En général les laves conservent assez dans toute l'étendue des coulées leurs formes anguleuses : on sent que charriées par des matières plus ou moins pâteuses, dont la marche ne pouvoit être que très-lente, ces formes ont dû s'oblitérer peu. Cependant il est à remarquer qu'elles le sont d'autant moins, qu'on se rapproche davantage de la source d'où elles sont parties : et à l'endroit de leur naissance, elles ne sont nullement altérées. Vous ne sauriez croire combien ces coulées tufeuses aident à vous diriger et à vous reconnoître, au milieu de ces immenses amas de produits volcaniques : elles ont été pour moi du plus grand secours. C'est particulièrement en les remontant, que je suis parvenu à pouvoir me faire quelques idées fixes sur le lieu de l'emplacement des cratères. Tranchant davantage avec les autres, ordinairement plus isolées, plus distinctes, on peut plus aisément les suivre : d'ailleurs elles vous offrent presque toujours à leur origine quelque accident particulier, qui vous indique d'une manière sensible le lieu où ont brûlé les volcans. Là les matières dont elles se composent, existent en plus grandes masses; et les laves sont plus fortement torréfiées.

Ces tufs diffèrent beaucoup entre eux, par leur compacité, leur dureté, leur couleur, leur état de conservation et les diverses substances minérales qu'ils renferment. Ils reposent tantôt sur des roches préexistantes à l'inflammation des volcans ; tantôt sur des coulées basaltiques ; tantôt sur d'autres produits volcaniques. J'ai cherché à reconnoître s'il n'y auroit pas eu quelque

ordre de succession dans ces différentes coulées : je n'en ai remarqué aucun ; elles m'ont paru avoir été produites indistinctement, tantôt les unes les premières, tantôt les autres. J'avoue cependant que j'aurois cru que les coulées tufeuses auroient été formées les premières, parce que les premières matières sur lesquelles travaillèrent sans doute les agens volcaniques ayant été détrempées par les eaux de la mer, étant peu cohérentes entre elles, la lave ne pouvoit pas former de masse continue; ces matières se séparant par fragmens, les coulées devoient en grande partie ne se composer que de ces blocs isolés.

Les déjections tufeuses, en se solidifiant, ont donné naissance à des retraits : nulle part ils ne présentent des formes régulières. Cette observation prouve que celles qu'affectent les basaltes, sont le résultat non du retrait, mais de la cristallisation. (Voyez mes Observ. pag. 155 et suiv.). Si ces formes régulières étoient dues seulement au retrait, les tufs devroient les affecter comme les basaltes ; ce qui n'est pas. Ainsi qu'au Cantal, les concrétions tufeuses existantes aux monts d'Or sont immenses : mais en général elles sont d'une nature différente. (Voyez mes lettres XXe. et XXVIIIe.). Aux monts Dôme, je ne connois point de tufs qui appartiennent à cette chaîne, qui soient le produit de ses volcans : ceux qui se trouvent dans son enceinte, ont été formés des déjections des volcans des monts d'Or.

Au Cantal il existe une espèce de tuf à ciment de lave, qui est, comme vous voyez, une brèche volcanique : son mode de formation est facile à concevoir ; ce sont des laves solides, ordinairement poreuses, qui ont été agglutinées par de la lave en fusion. Cette espèce sin-

gulière de tuf peut avoir été produite d'un seul jet, ou peut être le résultat de deux déjections différentes. Il offre beaucoup de différences dans le ciment dont il se compose, et dans les laves agglutinées. Cette brèche volcanique a formé des coulées, mais moins étendues que les tufeuses : un pareil agrégat ne se trouve ni aux monts d'Or ni aux monts Dôme.

Par ce que je vous ai dit vous devez juger combien grandes doivent être au Cantal les quantités de laves scorifiées et poreuses; puisque les concrétions tufeuses, qui sont immenses, se composent en partie de ces laves, et qu'elles sont très-abondantes dans les lieux où je présume qu'ont brûlé les volcans. Il est même des coulées qui en partie se composent de laves poreuses. Des naturalistes croient que les laves des volcans anciens sont toutes compactes : oh, qu'ils se trompent ! Ces laves offrent beaucoup de différences entre elles dans leur couleur ; leur porosité, leur légéreté, leur état de conservation, leur degré de torréfaction. Je crois avoir déjà remarqué que les laves scorifiées n'étoient que des laves poreuses plus fortement torréfiées, et que les laves poreuses passoient à l'état de laves scorifiées par une suite de nuances imperceptibles, de sorte qu'il seroit peut-être difficile de fixer d'une manière précise les limites qui séparent les unes des autres. Il existe cependant des différences entre elles, comme tout le monde sait ; mais ces différences ne sont pas toujours aisées à apercevoir : tout ce qu'on peut dire, c'est qu'en général on peut les distinguer à leur plus grande légéreté, à leur plus grande porosité, et aux empreintes du feu qui y sont plus profondes.

Les laves poreuses et scorifiées existent en plus grandes

quantités

quantités au Cantal qu'aux monts d'Or : il est cependant à présumer qu'elles ont été primitivement plus abondantes aux monts d'Or qu'au Cantal : tout dit que les feux volcaniques ont dû avoir une activité moins grande dans cette dernière chaîne. Lorsque les volcans se sont allumés aux monts d'Or, la terre plus desséchée entravoit moins l'action de leurs feux; tandis qu'à peine pouvoit-elle s'exercer, au moins dans les commencemens de l'inflammation des volcans du Cantal, parce que le sol sur lequel ils brûloient devoit être détrempé jusqu'à des profondeurs considérables; et que l'eau avoit peut-être pénétré en grandes masses jusques dans les abîmes où étoient établis leurs foyers. Il est à remarquer que je ne parle ici que des produits des volcans anciens des monts d'Or.

Aux monts Dôme on trouve beaucoup plus de laves scorifiées et poreuses qu'aux monts d'Or et au Cantal : presque toutes celles qui ont été vomies par les volcans modernes, subsistent encore. Lorsqu'ils se sont allumés, les vallées étoient creusées : dans les autres chaînes les eaux qui primitivement furent errantes et vagabondes sur les cimes des montagnes, ont dû en entraîner beaucoup. Je crois d'ailleurs qu'indépendamment de tout accident particulier, les laves poreuses des monts Dôme ont dû être plus abondantes que celles des autres chaînes, parce que aux monts Dôme les feux volcaniques paroissent avoir exercé leur action avec plus d'énergie qu'aux monts d'Or et au Cantal; et que les quantités des laves poreuses me semblent devoir être en rapport avec la force de l'action de ces feux : aux monts Dôme il existe des coulées de lave poreuse, et il n'en existe point aux monts d'Or ni au Cantal. J'ai cependant

remarqué qu'il auroit pu se faire que les dernières coulées des monts d'Or eussent été poreuses : mais s'il y en a eu de telles, elles n'existent plus. (Voyez mes lettres VI[e]., VIII[e]. et XXIV[e].).

LETTRE XXXI.

Quelque grandes, Monsieur, que soient les quantités de laves poreuses existantes au Cantal, celles de lave compacte sont bien plus grandes encore : une vaste étendue de terrein est couverte de coulées de cette espèce de lave ; et quelquefois elles sont superposées les unes sur les autres, au nombre de 4, 5, et 6. Je vous ai entretenu, dans ma XXIV[e]. lettre, de quelques causes qui ont pu produire les laves compactes : elles peuvent encore devoir leur origine à cette superposition des coulées. Ce qui fait principalement que les laves sont compactes, c'est la non-expansion des substances aériformes qu'elles contiennent : or lors qu'il y a plusieurs coulées superposées les unes sur les autres, les supérieures, en pesant sur les inférieures, ont détruit l'effort des substances gazeuzes, pour faire expansion. Comment auroient-elles pu soulever de pareilles masses ? Aussi ce n'est guère que dans les coulées qui recouvrent les autres, que l'on aperçoit de la lave poreuse, lorsqu'il en existe ; et encore ce n'est que dans leurs parties supérieures. Dans les coulées qui sont uniques, la partie inférieure est presque toujours compacte. Si les coulées supérieures existantes maintenant n'offrent aucune de leurs parties poreuses, c'est

peut-être parce qu'elles ont été primitivement recouvertes par d'autres, qui par l'effet de plusieurs accidens divers ont pu disparoître. D'ailleurs tout dit que pour que les matières volcaniques deviennent poreuses, il faut qu'elles soient exposées au contact de l'air, de sorte qu'elles demeurent compactes, lorsqu'elles en sont garanties : les coulées inférieures, lorsqu'il y en a plusieurs, ne se composeront donc que de masses compactes. Les laves de cette nature offrent entre elles les plus grandes différences. Il en est qui sont celluleuses. Elles sont plus abondantes au Cantal qu'aux monts d'Or ; et aux monts d'Or, plus qu'aux monts Dôme : (voyez mes Lettres VIe. et XXIVe.).

Des coulées entières au Cantal se composent de lave porphyritique. La nature et la couleur de la pâte varient beaucoup : l'empreinte de l'action des feux volcaniques y est assez ordinairement sensible. Le feld-spath qui y est enchâssé est toujours à l'état de vitrification plus ou moins parfaite ; et sans cet accident on seroit quelquefois embarrassé, si on ignoroit les localités, pour décider si certaines substances porphyritiques ont une origine neptunienne ou vulcanienne.

Ces laves m'ont offert un accident que je n'avois pas encore remarqué au Cantal ; c'est l'existence de quelques parties cuivreuses globuliformes, disséminées dans leur intérieur. Diverses substances métalliques existent dans les produits des volcans répandus dans les différentes parties du globe. Dans les productions volcaniques de l'Auvergne, on ne trouve que le fer et le cuivre. Le fer y est abondant : tout annonce au contraire que le cuivre y est rare. En vous parlant des monts d'Or, j'ai oublié de vous dire que dans un très-petit nombre de laves

j'en avois également rencontré. Je n'en ai point trouvé aux monts Dôme. Le cuivre est ordinairement à l'état pyriteux, et toujours amorphe : le fer au contraire est souvent cristallisé. Une observation à faire, c'est que dans les roches neptuniennes, ainsi que dans les volcaniques, le cuivre est rare, et le fer abondant. Avant l'inflammation des volcans, l'Auvergne devoit être comme une mine immense de fer.

On conçoit comment des substances métalliques peuvent se trouver dans les laves : elles ont pu être existantes dans les matières minérales primitives dont les laves sont formées, et avoir survécu au travail des volcans : ou peut-être se sont-elles reconstruites, les élémens dont elles se composoient cédant de nouveau à leurs affinités mutuelles. Il pourroit se faire encore que des combinaisons produites par les volcans, eussent donné naissance à ces substances. Je remarquerai à ce sujet qu'il seroit très-possible, que dans les laves on trouvât quelque substance métallique, différente de celles qui existent dans les roches neptuniennes, ou offrant du moins quelque accident particulier : il est facile de voir que des modifications diverses peuvent produire de nouvelles combinaisons.

Des naturalistes croient que dans des cratères de volcans existent des mines métalliques : pour moi je suis loin de penser ainsi. Dans ces cratères peuvent se trouver des matières métalliques : mais je ne puis pas me persuader que des mines proprement dites aient une pareille guangue, un pareil gissement. Il me semble qu'il suffit de réfléchir un instant sur le mode de formation des cratères, pour se convaincre qu'on y en chercheroit vainement. Ce qui sans doute a donné lieu à cette ob-

servation, que je crois erronée, c'est qu'on aura pris pour des cratères, des excavations produites par des explosions gazeuses dans les environs des volcans. Ces excavations ont véritablement de la ressemblance avec des cratères; mais n'en sont pas : (voyez mes lettres IVe., XXIIe., et XXIIIe.). Or, dans ces excavations il n'est nullement étonnant qu'il se trouve des mines ; puisque le sol supérieur n'a été nullement altéré, et qu'il n'a fait que s'affaisser dans les cavités souterraines. Il peut être aussi que dans le voisinage des volcans, des mines se trouvent à des hauteurs plus ou moins élevées que le terrein environnant : le sol qui leur servoit de gangue auroit pu être soulevé par des substances gazeuses : (voyez ce que j'ai dit du puy de Saint-Bonnet dans ma IVe. lettre). Je suis persuadé que dans tous ces endroits le sol dans lequel est la mine, est dans un état plus ou moins grand de boulèversement, et que la continuité des filons se trouve rompue.

Des roches porphyritiques, qui ne sont que des segmens de coulées de lave de cette nature, se trouvent répandues en divers endroits; comme à Mené, à Cougue, etc. Dans les laves existantes dans ces lieux-là, le feld-spath est fortement vitrifié; et la pâte ne paroît vitreuse, qu'autant qu'on la regarde avec la loupe. Une observation à faire ; c'est que ces laves, quoique vitreuses, se prêtent au travail du cizeau. Des substances vitrifiées dans nos fourneaux s'y refuseroient, et éclateroient en morceaux. Le mode de vitrification des volcans, au moins dans quelques circonstances, offre donc des différences avec le mode de vitrification dans les laboratoires des hommes. Ces roches de Cougue et de Mené, quoique très-considérables, ont dû l'être bien

davantage primitivement : depuis des siècles on les exploite pour les besoins des diverses constructions dans tous les pays environnans : et aucune pierre n'est propre à les embellir et à les rendre durables, comme celle-là : elle se conserve long-temps, sans éprouver la plus légère altération. Sa couleur est blanchâtre, avec quelques teintes de grisâtre.

Dans les coulées tufeuses on trouve aussi quelquefois de très-gros blocs de lave porphyritique : à l'est du roc Blanc près de Cuzol, à 1000 ou 1200 mètres de distance (5 ou 600 toises), j'en ai rencontré une masse énorme. J'avois cru qu'elle appartenoit à une roche qui avoit brûlé sur place ; je me suis convaincu qu'elle avoit été charriée dans cet endroit par les matières tufeuses. Il est à remarquer qu'au sud-ouest du roc Blanc existe une roche primitive schisteuse micacée avec feldspath et quartz : on la trouve en allant de Fontanges au roc Blanc, duquel elle est distante de 600 ou 800 mètres (3 ou 400 toises). Tout ce qui l'environne est volcanique ; elle paroît entièrement isolée de toute roche neptunienne ; on ne peut pas apercevoir sur quelle base elle repose. Cette roche, qui est en décomposition, est d'autant plus curieuse, qu'on diroit que dans certaines parties extérieures elle a été un peu altérée par l'action du feu. J'avois imaginé que cette roche et ce bloc énorme de lave porphyritique vitreuse dont j'ai parlé, ne formoient primitivement qu'une seule et même masse, dont une partie avoit été fortement chauffée par les feux des volcans, et dont l'autre étoit demeurée intacte. La grandeur de cette roche neptunienne, et surtout la disposition de ses couches, ne permettent pas de supposer qu'elle ait été rejetée par le volcan, et entraînée

là par le torrent des matières tufeuses qu'il avoit vomies. L'existence de ces roches neptuniennes ainsi isolées au milieu des quantités immenses de produits volcaniques, est on ne peut plus intéressante à observer; et peut être difficile à expliquer. Comment, au milieu du bouleversement et de la destruction des roches environnantes, ont-elles pu se conserver et demeurer debout? A Thiezat il existe une pareille roche qui a les plus grands traits de ressemblance avec celle du roc Blanc.

Ainsi que toutes les matières qui ont été dans un état de fluidité, les laves porphyritiques ont subi des retraits : vous observerez qu'elles ne s'offrent jamais avec des formes régulières. Cet accident rappelle la réflexion que je vous ai faite, en parlant des retraits des substances tufeuses : (voyez ma lettre XXXe.).

Ce n'est que parmi les laves porphyritiques que j'ai trouvé des laves granitiques et des laves feld-spathiques : ce qui annonce que toutes ces laves ont une origine commune, et ne sont que des modifications les unes des autres. Une lave porphyritique dans une de ses parties est souvent granitique dans l'autre. Décider si une lave est granitique ou porphyritique, est même quelquefois chose difficile : telle lave qui par des naturalistes est regardée comme porphyritique, est regardée par d'autres comme granitique.

Quand les substances minérales volcaniques ont leurs analogues parmi les substances minérales primitives ou neptuniennes, tout porte à croire que ce sont ces dernières substances auxquelles les laves doivent leur origine : mais ces substances ne sont, pour ainsi dire, que des matrices qui par les affinités particulières qu'elles

exercent, déterminent les modes des combinaisons qui s'opèrent; modes analogues à leur manière d'être. Sans ces substances les gaz et les eaux donneroient sans doute naissance à des combinaisons, et formeroient des matières minérales solides; mais ces matières seroient d'une autre nature : elles n'auroient pas la physionomie et les caractères des productions neptuniennes existantes; ou du moins si elles les prenoient, ces accidens seroient très-rares. Plus je médite sur ces objets, plus je me convaincs que les roches préexistantes non-seulement produisent des combinaisons, mais encore impriment à leurs résultats les traits qui leur sont propres et qui les caractérisent. Ces idées me paroissent d'autant plus vraies, qu'avec leur secours s'expliquent d'une manière facile et satisfaisante les phénomènes des volcans. Le temps ne me permet pas d'entrer dans des détails : (voyez ma lettre V^e.). Ainsi, quand je dis qu'une telle roche a pu donner naissance à une telle lave, j'entends seulement qu'elle a déterminé les combinaisons nécessaires pour la produire.

Vous jugez que les substances minérales dont se forment les laves, étant une fois produites, peuvent être ensuite modifiées par les agens volcaniques, de manière à ne conserver aucun des traits qui pouvoient les distinguer originellement, et à en acquérir d'autres. Tout dit que les laves porphyritiques, granitiques, feld-spathiques doivent toutes leur origine à la même roche, que je croirois être une roche granitique. Il est à remarquer que moins les laves porphyritiques ont été altérées par les agens volcaniques, plus elles conservent de la ressemblance avec les laves granitiques. Pour les laves feld-spathiques, elles ne diffèrent des laves granitiques,

que parce que le feld-spath est la substance dominante. Vous savez que les roches nommées granitiques varient beaucoup, à raison des différences de la nature, des proportions et du mode d'aggrégation des substances dont elles se composent. Ce qui m'engage à croire que les laves porphyritiques doivent leur existence aux roches granitiques; c'est que les substances porphyritiques sont extraordinairement rares dans l'Auvergne. On dira peut-être que les roches existantes dans les entrailles de la terre, peuvent être d'une nature différente de celles qui se trouvent à sa surface : cela peut être ; mais j'ai peine à croire que cela soit vrai pour ce pays: dans les plus grandes profondeurs, creusées par les mains de la nature ou par les mains des hommes, vous ne voyez jamais que des roches granitiques.

Les laves porphyritiques, quoique bien abondantes aux monts d'Or, le sont moins qu'au Cantal; elles le sont encore beaucoup moins aux monts Dôme: (voyez mes lettres VIIe. et XXIVe.).

Les quantités de laves pétrosiliceuses sont immenses au Cantal : elles ont formé des coulées considérables. Aussi, dans quelques parties de cette chaîne, rien de plus commun que les roches que l'on appelle tuilières, ainsi nommées parce qu'elles servent à couvrir les maisons. Ces roches en général se délitent en lames plus ou moins épaisses, plus ou moins grandes. J'ai dit quelle étoit la cause de ce mode de formation ? (voyez ma lettre XXVe.) Il est à remarquer que dans les roches pétrosiliceuses, qui ne sont que des fragmens de coulées de lave de cette nature, toutes les parties ne se délitent pas ordinairement en dalles minces : il n'est guère que les parties intermédiaires qui fournissent de la pierre

régulaire. Elles offrent les mêmes accidens que celles des monts d'Or. La substance blanchâtre calco-argilleuse, qui est le résultat de leur décomposition, se modifie très-diversement : tantôt elle fait effervescence avec les acides, et tantôt elle n'en fait pas. Quelle est la roche primitive qui travaillée par les volcans a formé les laves pétrosiliceuses ? J'ai déjà dit que tout annonçoit que c'étoit une roche feld-spathique : (voyez mes letttres XIVe. et XXIVe.). Elles sont plus abondantes au Cantal qu'aux monts d'Or : je n'en ai point trouvé aux monts Dôme.

Les laves cornéennes sont rares au Cantal ; je n'en ai du moins rencontré que dans un seul endroit, dans le vallon des Gardes. Elles ont la même texture, le même facies, qui caractérisent les cornéennes neptuniennes. Elles forment un filon dont l'épaisseur est d'environ 2 pieds : j'ignore quelle peut être son étendue en longueur. La roche volcanique dans laquelle il se trouve enchâssé, est une lave porphyritique : il court du sud au nord ; son inclinaison à l'horizon est de 45 degrés : tout annonce que la matière volcanique dont il se compose est une déjection du volcan du plomb du Cantal : cette déjection a dû nécessairement avoir lieu après la déjection de la lave porphyritique, dans laquelle se trouve le filon, et après que la lave porphyritique en se solidifiant a eu formé des retraits. Ce filon a les plus grands rapports avec le filon de cornéenne des monts d'Or : (voyez mes lettres XVe. et XXIVe.).

D'après ce que je vous ai dit, en parlant des laves porphyritiques, il est probable que c'est une roche cornéenne qui a fourni les matériaux dont se sont formés ces filons : cependant il faut avouer, et je vous l'ai fait remarquer dans ma lettre VIIIe., que, lorsque la lave

est homogène, il est plus difficile de déterminer la nature des roches primitives, qui travaillées par les volcans l'ont produite, parce qu'alors ses traits sont peu saillans ; qu'elle ne ressemble pas exclusivement à une espèce particulière de roche bien caractérisée ; qu'elle a des rapports plus ou moins grands avec plusieurs : on sent d'ailleurs que plusieurs combinaisons différentes ont pu lui donner naissance, ou former un aggrégat qui offre ses caractères.

Dans la chaîne des monts Dôme, il existe de la roche de corne ; mais je n'ai pas trouvé de laves cornéennes.

Les laves siliceuses ne forment pas de filon, ainsi que les laves cornéennes : les laves siliceuses ne se rencontrent que par fragmens isolés. J'en ai vu dans le vallon de Degoul, ainsi que dans le vallon de Sère : on ne les trouve que dans les concrétions tufeuses. Quelquefois elles sont accompagnées de calcaire ; et quelquefois ne le sont pas. La plupart sont entièrerement altérées par le feu ; d'autres le sont beaucoup moins. Le feu leur a donné en général un aspect plus ou moins vitreux, et semblable à celui d'une pâte plus ou moins fine de porcelaine, à couleurs blanchâtres et grisâtres : elles se modifient de beaucoup de manières différentes ; et vous les voyez se métamorphoser tour à tour en cacholong et en opale, qui ne sont par conséquent évidemment que des modifications des substances siliceuses volcanisées. Elles ne m'ont cependant pas offert l'hydrophane, que je regarde également comme une simple modification de ces substances. Parmi les laves de cette nature, il en est sur lesquelles sont tracés différens dessins avec un art singulier : ce sont ordinairement des dendrites. Les cou-

leurs de ces diverses figures sont bleuâtres ou brunâtres : vous jugez combien elles tranchent avec le fond blanc qui les reçoit, et flattent agréablement l'œil. Quelques-unes de ces laves sont en décomposition : dans cet état elles ont un aspect résinite. Tout porte à croire que ce sont des silex qui ont fourni la matière de ces laves siliceuses : il en est dont des parties sont presque entièrement intactes, et offrent la plus parfaite ressemblance avec ces pierres. Mais ces silex, par quel accident ont-ils été exposés à l'action des agens volcaniques ? Existoient-ils dans les entrailles de la terre ? Je ne le crois pas : les silex ne se trouvent que dans les roches calcaires qui toutes reposent sur des roches granitiques. Ces silex ont-ils été engloutis dans les abîmes des volcans ? Cela peut être : si dans l'endroit où ils s'allumèrent, il existoit des roches calcaires renfermant des silex, la partie de la roche correspondante au cratère, dut tomber dans leurs gouffres, où les silex ont pu être diversement modifiés. Il est à remarquer que tout annonce que dans les lieux où les volcans ont brûlé, existoient des roches calcaires. Non loin de ces lieux-là, dans les environs d'Aurillac, il en existe encore. Il peut se faire aussi que ces silex gissans sur la surface de la terre, aient été en contact avec des matières volcaniques plus ou moins fortement chauffées, qui ont produit leurs diverses altérations.

Je n'attribue pas, comme vous voyez, à ces laves siliceuses la même origine qu'à celles des monts d'Or, puisque je regarde celles-ci comme le résultat des combinaisons de matières volcaniques : (voyez ma lettre XXVIe.). La non-existence des roches calcaires dans les lieux où se sont allumés les volcans des monts d'Or,

et où s'est déversée la coulée de Gergovia, est cause que j'attribue à ces laves un pareil mode de formation. Mais des laves siliceuses peuvent-elles devoir leur naissance à des substances non-siliceuses? Je ne crois pas qu'on puisse élever là-dessus le plus léger doute. Les substances siliceuses neptuniennes ne sont produites que par des combinaisons : pourquoi de pareilles combinaisons ne pourroient-elles pas être produites par des volcans? C'est parce que nous nous faisons des idées fausses de leur mode d'action, que nous imaginons que leurs productions sont toujours dissemblables des productions neptuniennes : (voyez mes Observations, pag. 63 et suiv.). D'ailleurs les laves des monts d'Or sont dans un état de vitrification plus ou moins parfait : et la vitrification peut si aisément imprimer à une substance des traits différens de ceux qui la caractérisent, avant d'avoir été soumise à l'action des agens volcaniques. Telle substance à qui la vitrification a donné un aspect siliceux, peut par conséquent n'avoir pas été originellement siliceuse. Qui ignore qu'il est beaucoup d'accidens divers qui modifient de la manière la plus étonnante la physionomie des substances minérales : (voyez mes Observations, pag. 64 et suiv.). Je vous ai déjà dit aussi combien, quand une lave est homogène, il est difficile de fixer son jugement sur son mode de formation, et de déterminer quelles sont les substances auxquelles elle doit son origine. Mais des laves qui ont à quelque legère différence près le même aspect, dont la nature paroît la même, peuvent-elles être produites de deux manières différentes? Plus on étudie les productions volcaniques, plus on se convainc de cette vérité : c'est pour cela qu'avant de rien décider sur le mode de for-

mation des produits des volcans, il faut étudier tout d'abord les circonstances locales : elles doivent modifier beaucoup nos jugemens. Telle substance volcanique sera produite d'une manière dans un lieu; et dans un autre son mode de production sera différent. Une observation qui prouve que les laves siliceuses des monts d'Or et du Cantal, n'ont pas la même origine, c'est que celles des monts d'Or forment de très-gros blocs, et que celles du Cantal existent en petits fragmens, de la grandeur des silex qui se trouvent dans les roches calcaires des environs d'Aurillac. Dans la chaîne des monts d'Or les laves siliceuses sont beaucoup moins communes qu'au Cantal. Parmi les produits volcaniques des monts Dôme je n'en ai pas découvert : (voyez ma lettre XXVIe.).

LETTRE XXXII.

LES laves pechtinites, Monsieur, sont communes au Cantal : on en trouve en divers lieux de la montagne tufeuse volcanique, qui est à droite de la rivière qui coule dans le vallon de Fontanges, au roc Blanc, et non loin de ce roc, à l'est, en trois endroits différens ; on en trouve au-dessus d'un village que l'on nomme Lacoste, dans une roche également tufeuse volcanique, dans le vallon de Saint - Martin - Valmeroux; on en trouve aussi dans le vallon des Gardes, dans un endroit que l'on nomme Pranadau ou Pré-Haut : je ne doute nullement qu'il ne s'en trouve en beaucoup d'autres en-

droits. Il est à remarquer que partout, excepté dans le vallon des Gardes, ces laves pechtinites sont en masses arrondies, isolées, plus ou moins grandes : elles ne constituent point de filon. Dans le vallon des Gardes, au contraire, elles en forment un : il est enchâssé dans une roche porphyritique volcanique; il court du sud au nord. Dans certains endroits, il se divise en trois branches, dont la direction varie beaucoup. Ce filon m'a été indiqué par Jean Guirlandi, demeurant aux Chazes.

Dans mes Observations, pag. 148 et suiv. des notes, j'ai prouvé la volcanisation des substances pechtinites qui se trouvent dans les matières tufeuses : il est inutile que je rappelle ce que j'y ai dit. Désireux d'assurer davantage mon opinion sur leur mode de formation, j'ai voulu les revoir cette année : je les ai observées de nouveau avec la plus grande attention ; et la conviction qu'elles sont des produits des volcans, est devenue plus intime. Il est impossible d'en douter, quand on voit les localités, et qu'on est dégagé de toute prévention particulière.

Le filon de substances pechtinites existant au Pranadau, est encore plus évidemment un produit des volcans : toutes les matières qui l'environnent ont une origine vulcanienne. Comment, lui, en auroit-il une différente ? J'ai fait mettre à nu ce filon dans un espace très-étendu ; j'ai trouvé des laves que l'on pourroit appeler siliceo-basaltiques, parce que les matières dont se composent les laves basaltiques et siliceuses, paroissent être comme fondues ensemble. Ces laves, d'une structure singulière, sont celluleuses dans quelques-unes de leurs parties. J'ai trouvé des laves qui renfermoient du feld-spath vitrifié. J'en ai trouvé qui étoient mi-pech-

tinites, mi-vitreuses. J'en ai trouvé qu'on auroit dit être scorifiées. Tous ces accidens peuvent-ils laisser aucun doute sur la volcanisation de ce filon? La matière dont il se compose a dû nécessairement être dans un état de fluidité : elle s'est insinuée dans toutes les scissures de la roche; et les remplit. Cette fluidité ne peut avoir été produite que par les volcans; puisque cette matière enchâsse des substances volcaniques, et ne forme avec elles qu'une seule et même masse. Une autre observation importante, et qui prouve également la volcanisation de ce filon, c'est que les parois de la roche contre lesquels il s'appuie, présentent un aspect différent de celui qu'offrent les parties intérieures de cette roche. Cette différence d'aspect prouve une altération dans les parties extérieures : et cette altération ne peut avoir été produite que par la matière du filon, qui lorsqu'elle a coulé, étant plus ou moins chaude, a dû nécessairement occasioner quelque modification particulière, dans les parties de la roche qui étoit en contact avec elle. Ainsi vous voyez comment les accidens qui paroissent tout d'abord les plus indifférens méritent d'être observés, deviennent précieux pour le naturaliste qui remonte jusqu'à leurs causes; comment les observations s'enchaînent les unes avec les autres, forment comme un faisceau inébranlable de preuves, et par leur réunion apportent dans l'âme la conviction la plus grande. Il faudroit avoir sur ses yeux un bandeau bien épais, être bien aveuglé par des préventions particulières, pour attribuer aux eaux l'origine d'un pareil filon. La manière d'être des filons neptuniens est bien différente : on y trouve des substances qui indiquent leur origine ; tandis que dans ce filon péchtinite, on n'y aperçoit

aperçoit pas le plus léger vestige de substance qui puisse être regardée comme le résultat des dépôts des eaux, ou comme une production aqueuse. Cependant je conviens qu'il est de ces substances pechtinites auxquelles il seroit impossible d'assigner une origine vulcanienne, si on les considéroit isolément, et qu'on ignorât leurs localités, ainsi que les divers accidens qui accompagnent ces localités; tant elles ressemblent à des productions neptuniennes. Il est donc des modes d'action des volcans, dont les produits sont les mêmes que les produits des modes d'action des eaux. Une autre induction de cette observation, c'est que pour apprécier sainement les substances minérales, pour les déterminer d'une manière sûre, il faut les voir dans leur lieu natal, dans les ateliers de la nature.

La couleur de ces laves pechtinites varie on ne peut plus : il en est qui sont d'un noir très-foncé et très-brillant; d'autres sont brunâtres, verdâtres, jaunâtres, etc. etc.: celles de Pranadau sont en général d'un vert sombre. Le tissu de ces laves diffère encore beaucoup : il est plus fin, plus serré dans les unes que dans les autres. C'est sans doute cette dissemblance dans leur texture, qui est la cause des différences qu'elles offrent dans leur état de conservation : la plupart ne sont nullement altérées; et certaines sont plus ou moins décomposées. On voit dans le filon de Pranadau beaucoup de débris de la substance dont il est formé; débris produits par la désaggrégation de ses parties. Une observation à faire, qui me paroît importante, c'est que ces débris affectent des formes globuleuses; formes qu'affectent toujours les basaltes en se décomposant, quelle que soit leur manière d'être primitive; formes

que je crois particulières aux substances volcaniques en état de décomposition. Telle est aussi l'opinion de M. Patrin.

Dans ce filon il est même des masses considérables qui ont des formes arrondies : cette tendance de ces laves à prendre des formes sphéroïdales est digne d'être remarquée; et me paroît devoir son origine à la cristallisation. Parmi les petits globules dont je vous ai parlé, j'en ai trouvé qui se composoient de plusieurs couches concentriques très-régulières : quel agent pourroit avec tant d'art les avoir enchâssées les unes dans les autres, si ce n'est la cristallisation ? (Voyez ce que j'ai dit des basaltes sphéroïdaux dans ma XXVe. lettre). Les formes sphéroïdales qu'ont les laves pechtinites répandues dans les matières tufeuses, me paroissent également devoir être attribuées à la cristallisation. J'avois cru que l'égalité de pression exercée sur elles par l'atmosphère, lorsqu'elles furent rejetées par les volcans, avoit produit ces formes : (voyez mes Observations, pag. 150 des notes). Plus je réfléchis sur ce mode de formation, plus je me convaincs qu'il est l'ouvrage d'une cristallisation plus ou moins parfaite. M. Patrin pense que ces masses globuleuses se sont formées dans le sein même du courant où elles se trouvent : il est impossible que celles qui existent dans les matières tufeuses, aient une pareille origine. Si les substances dans lesquelles elles sont enchâssées, avoient quelques rapports de conformation avec elles, et qu'elles constituassent un courant de lave, l'opinion de M. Patrin pourroit être vraie. Les masses sphéroïdales existantes dans le filon de Pranadau n'ont pris ces formes, que depuis la déjection de la matière dont elles se sont formées. Mais il ne peut

pas en être ainsi dans les coulées tufeuses : les autres substances qu'elles renferment étant d'une nature entièrement différente des masses pechtinites, puisque ce ne sont en général que des laves poreuses et scorifiées, on ne peut pas imaginer que ces masses aient pris naissance dans ces tufs : il faut donc qu'elles aient été rejetées telles par les volcans. Il est facile de concevoir comment au milieu de leurs abîmes elles ont pu y être produites. Ainsi des substances présentant à peu près les mêmes accidens, peuvent avoir deux modes de formation différens. Mais si ces masses avoient été rejetées par les volcans, ne se seroient-elles pas déformées ou cassées en tombant ? Non; si elles ont été rejetées avec beaucoup d'autres matières, parce qu'elles se seront soutenues mutuellement dans leur chute, qui par ce moyen aura été très-peu accélérée. Des corps charriés par des eaux chargées de matières terreuses et pierreuses, dont la marche par conséquent sera lente, peuvent être transportés à des distances considérables, sans éprouver de grands froissemens.

Lorsque je vous ai parlé des détritus du filon de Pranadau, j'ai oublié de vous dire, qu'ils ressemblent à du sable; de manière qu'on est porté tout d'abord à les prendre pour des dépôts des eaux fluviatiles : mais quand on les considère de près, on juge à l'instant de leur nature; tant il est vrai que les apparences sont quelquefois très-trompeuses; et que pour déterminer sûrement une substance minérale, il faut l'observer avec soin.

Je me rappelle avoir lu dans l'intéressante Histoire naturelle des minéraux, de M. Patrin, que dans une colline volcanique appelée Marikau; près du port d'Okhotsk, sur le golfe de Kamtchatka, il avoit trouvé du sable

volcanique qui, d'après la description qu'il en fait, me paroît devoir être de la même nature, et offrir les mêmes accidens que celui de Pranadau. Quand on réfléchit, on ne peut s'empêcher de s'étonner, qu'à des distances éloignées d'environ 20,000,000 mètres (4,000 lieues) les produits volcaniques aient une si grande ressemblance entre eux. C'est ce qui prouve bien que la marche des volcans est la même partout; et que les différences qu'ils offrent, ne sont que de purs accidens.

Ces diverses laves dont je viens de vous parler ont reçu des minéralogistes différens noms : on les appelle obsidiennes, pierres de gallinace, agathes d'Islande, etc. etc. On appelle marékanites les détritus globuliformes du filon de Pranadau. Comme toutes ces substances ont plus ou moins de traits de conformité avec les pectheins, qu'elles ne sont évidemment que des modifications les unes des autres, que les mêmes matières minérales élaborées par les volcans leur ont donné naissance, je les appelle laves pechtinites. Ne voulant vous donner que des idées générales des substances volcaniques de l'Auvergne, je ne vous décris point les variétés sans nombre qu'elles offrent; je ne vous dis pas non plus les noms divers que ces substances peuvent avoir reçus : tous ces détails sont étrangers au plan que je me suis formé.

Il est au puy de Griou un autre filon de lave qui a plus ou moins de ressemblance avec la lave pechtinite : sa vitrification s'annonçant avec des traits plus sensibles que celle des autres, je n'en parlerai que lorsque je vous entretiendrai des laves vitreuses. Les laves pechtinites sont bien des laves vitreuses elles-mêmes : mais leur vitrification n'est qu'imparfaite; ou du moins elle a été

accompagnée de circonstances, qui font que leur aspect n'est pas le même que celui des laves auxquelles nous donnons particulièrement le nom de laves vitreuses; parce qu'elles en ont tous les traits. Personne n'ignore que l'art à son gré conserve aux matières vitrifiées le facies qui leur est propre, et qui les caractérise; ou leur en donne un autre en aggrégeant avec elles d'autres substances, ou en modifiant leur refroïdissement : (voyez mes Observations, pag. 64 et suiv.). Les laves pechtinites des roches tufeuses et de Pranadau sont des déjections de deux volcans différens : les premières sont des productions du puy Vialan; et les secondes sont des produits du plomb du Cantal.

Quelles seroient les matières minérales qui, travaillées par les volcans, auroient donné naissance à ces laves pechtinites : il paroît bien difficile de le décider d'une manière sûre. Il est vraisemblable que ce sont des substances siliceuses; ou du moins les mêmes matières dont les laves siliceuses se sont formées; puisqu'il est des laves pechtinites qui ont la plus parfaite ressemblance avec les laves siliceuses ; et que ces diverses laves coexistent quelquefois ensemble : véritablement tout annonce que les substances minérales qui leur ont donné naissance ont été originellement les mêmes, qu'elles n'ont été que diversement modifiées par les volcans : aussi passent-elles des unes aux autres par des nuances insensibles. Peut-être toutes les matières minérales élaborées d'une manière particulière par les agens volcaniques peuvent être transformées en laves pechtinites. Rappelez-vous ce que je vous ai dit à ce sujet, en parlant des laves cornéennes et siliceuses.

Les laves pechtinites qui sont abondantes au Cantal,

sont assez rares parmi les produits des monts d'Or : je n'en ai jamais trouvé aux monts Dôme : (voyez ma lettre XXVIe.).

LETTRE XXXIII.

Les laves vitreuses sont abondantes dans les produits du Cantal; on en trouve dans divers endroits. Il en existe auprès du puy de Griou un filon considérable qui se dirige et s'incline du nord-nord-est au sud-sud-ouest; il a 4 ou 6 décimètres de largeur (2 ou 3 pieds environ) sur 2 ou 4 décimètres de profondeur (1 ou 2 pieds); profondeur et largeur qui varient cependant beaucoup : sa longueur m'est inconnue. A une certaine distance du puy de Griou, il se divise en 4 ou 5 rameaux dont les dimensions sont à peu près les mêmes que celles du filon principal : leur direction seulement varie; car ils courent entre l'est et le sud. Quand j'ai parlé de ce filon dans mes Observations, je n'ai pas fait mention de ses ramifications; elles m'étoient inconnues alors. Cette lave vitreuse dont il se compose, contient du feld-spath lamelleux vitrifié. La volcanisation de ce filon ne peut pas être révoquée en doute : toutes les matières dans le sein desquelles il est enchâssé, sont évidemment volcaniques : comment ne le seroit-il pas ? Les substances dont il est formé ont un aspect vitreux frappant : la vitrification n'annonce-t-elle pas l'action du feu? Le facies, la texture du feld-spath que contient ce filon, sont exactement les mêmes que ceux qu'il a dans les

laves de la volcanisation, de la vitrification desquelles il est impossible de douter ; il est donc volcanisé, vitrifié : la substance qui le recèle est donc elle-même volcanisée, vitrifiée : car comment concevoir autrement qu'il se trouvât enchâssé aussi uniformément et aussi parfaitement qu'il l'est ? Des substances volcaniques peuvent sans doute être happées, enveloppées par des matières non-volcaniques; comme des substances non-volcaniques peuvent l'être par des matières volcaniques. Mais dans ces agrégats, toujours quelque accident décèle la nature diverse des élémens dont ils se composent : dans les produits du puy de Griou, tout, au contraire, dépose en faveur de l'identité et de la simultanéité de leur origine. Il est à remarquer que le feld-spath qui n'a point été soumis à l'action des agens volcaniques n'a, dans aucune substance neptunienne, l'aspect qui caractérise celui qui existe dans ce filon. Il est à remarquer encore que la substance dans laquelle il se trouve, présente à l'œil non-prévenu le même aspect qu'il offre lui-même ; décèle par conséquent la même origine que la sienne. Comment, le feld-spath seroit une production volcanique; et une substance formant avec lui un même tout, une même masse, offrant les mêmes traits et la même physionomie que lui, ne seroit pas également une production volcanique ? pour croire à une opinion aussi absurde, il faut nécessairement être aveuglé par la prévention des systèmes.

La manière d'être de ce filon me paroît aussi déposer en faveur de son origine vulcanienne : il se compose assez généralement de fragmens qui sont plus ou moins sphéroïdaux, ou du moins qui en se délitant acquièrent des formes plus ou moins sphéroïdales, quelles que soient

leurs formes primitives. C'est ainsi que se comportent les substances volcaniques : voyez ce que j'ai dit à ce sujet dans ma précédente lettre. Désireux de connoître tous les accidens que pouvoit offrir ce filon, j'en ai cassé plusieurs fragmens ; dans quelques-uns, j'ai trouvé des cellulosités : je les regarde comme le sceau de la volcanisation des substances qui en contiennent. Ainsi, comme vous voyez, tout concourt à démontrer que la substance dont ce filon se compose, est le produit des volcans. La dénomination de pechtein-porphyre que lui donne l'illustre Verner est donc fausse, si on veut que tous les pechteins soient une production des eaux. Dans mes Observations (p. 37 et suiv des notes), je m'étois déjà appesanti beaucoup sur les preuves de la volcanisation de cette substance : j'ai cru cependant devoir leur donner un plus grand développement. Quand on émet une opinion contraire à celle d'un si grand minéralogiste que le célèbre Verner, on ne sauroit trop l'étayer.

Le mode de formation de ce filon est le même que celui des autres filons dont je vous ai parlé : (voyez mes lettres XVe. et XXXIe.). Tout porte à croire que l'espace de temps qui s'est écoulé, entre la déjection des matières qui ont donné naissance à la Roche, et entre la déjection de celles dont il se compose, n'a pas été bien considérable : s'il l'eût été, si les scissures qu'est venue remplir la matière vitreuse, eussent été formées depuis long-temps, des substances diverses y auroient été successivement apportées, et s'y trouveroient par conséquent réunies : on n'y trouve cependant que de la matière vitreuse. Dans deux endroits on le voit reposer sur de la terre végétale : mais elle y a été apportée par des eaux pluviales qui s'y sont infiltrées. Je m'en suis

convaincu en faisant mettre à nu ce filon. J'ai voulu savoir quelle pouvoit être l'origine de cette substance terreuse, parce que son gissement dans ces lieux-là m'avoit très-étonné; (voyez mes Observations, pag. 39 et suiv. des notes). Assigner d'une manière précise le point de départ de ce filon, est une chose impossible. Il paroît cependant que la lave vitreuse dont il se compose, a été vomie par le volcan qui s'est allumé dans les environs du puy Mari. Ainsi, de 44 volcans que je crois avoir brûlé dans la chaîne du Cantal, 3 auroient donné naissance à des déjections abondantes de matières vitreuses ou pechtinites, qui n'en sont que des modifications: (voyez ce que j'ai dit dans ma lettre précédente). Je n'en ai pas découvert dans les environs de Murat.

Il est des substances minérales qui, quoique volcaniques, conservent cependant assez de traits de leur primitive nature, pour qu'on puisse la reconnoître : mais il en est d'autres qui ont été tellement déformées par les volcans, qu'on ne peut que hasarder des conjectures sur leur manière d'être originelle : telle seroit celle qui, travaillée par les agens volcaniques, auroit donné naissance à la lave qui compose le filon du puy de Griou. Je ne serois pas éloigné de croire que la roche primitive eût été une roche porphyritique à base pétrosiliceuse avec feld-spath blanchâtre, granuliforme.

Dans ma première course minéralogique au Cantal, il y a deux ans, diverses observations que j'ai rapportées dans mon ouvrage sur les volcans de l'Auvergne, et qu'il est inutile de rappeler, m'avoient induit à penser que le puy de Griou avoit brûlé sur place: de nouvelles observations m'ont appris qu'il avoit été produit par les déjections des volcans. Je vous ai fait remarquer que la structure de cette roche avoit beaucoup de traits

de ressemblance avec celle de la roche Sanadoire. Sa base est également porphyritique; et sa cime pétrosiliceuse, (voyez ma lettre XIV).

J'ai trouvé plus de laves vitreuses au Cantal qu'aux monts d'Or : dans cette dernière chaîne il n'en existe point de la nature de celles du puy de Griou. Aux monts Dôme je n'ai rencontré des laves vitreuses d'aucune espèce : (voyez ma lettre XXVI[e].).

Les laves ponceuses sont assez rares au Cantal : je n'en ai trouvé que dans un seul endroit, qui est entre Dienne et le puy Mari; et elles n'y existent même qu'en petites quantités. Il est difficile de décider si elles ont été charriées là par les eaux; ou si elles sont le résultat des déjections locales du volcan. Cette dernière conjecture me paroît cependant la plus vraisemblable; et je les regarderois alors comme ayant été vomies par le volcan qui a brûlé dans les environs du puy Mari. En général dans les laves ponceuses qui n'ont point fait partie de coulées, les fibres sont plus ou moins contournées : je dis, qui n'ont point fait partie de coulées; parce que Dolomieu a observé que dans celles-ci les fibres étoient droites, et prolongées dans le sens du courant : dans les ponces du Cantal les fibres sont beaucoup plus contournées, qu'elles ne le sont dans celles des monts d'Or et des monts Dôme : elles se replient sur elles-mêmes en mille sens divers. Ces circonvolutions multipliées qu'elles font sont souvent bizarres et irrégulières; mais elles paroissent quelquefois symétriques. Une de ces ponces m'a surtout frappé par la singularité de sa forme; elle représentoit une trémie faite avec le plus grand art : j'ai peine à croire que cette forme, peut-être unique dans les produits volcaniques, soit due à un accident fortuit : elle est marquée trop

profondément du sceau de la cristallisation. Toutes les formes calquées sur un dessin bien ordonné, me semblent devoir être nécessairement de son domaine, quelles que soient les substances auxquelles elles appartiennent. Des substances vitrifiées peuvent cristalliser, ainsi que des substances neptuniennes : (voyez mes lettres XXVe. et XXXIIe.). Vous n'ignorez pas que parmi celles-ci il en est qui se modèlent en trémie. En général les ponces du Cantal paroissent plus fortement torréfiées que celles des autres chaînes : et il peut être que c'est aussi une des causes pour lesquelles leurs fibres sont beaucoup plus contournées. Elles pourroient peut-être être employées dans les arts; mais elles ne sont guère qu'en petits fragmens : d'ailleurs elles sont si peu communes. De toutes les chaînes, c'est celle où elles le sont le moins : la chaîne des monts d'Or est celle où elles sont le plus abondamment répandues. Les différences qu'offrent sous ce rapport ces trois chaînes paroissent tenir bien plus à des modifications particulières des agens volcaniques, qu'à la nature des substances minérales, soumises à leur action. Il est à présumer qu'originellement les ponces ont été plus abondantes au Cantal qu'elles ne le sont maintenant : tant d'accidens divers ont pu concourir à leur destruction ! Je ne crois pas cependant que les volcans de cette chaîne en aient fait de grandes déjections. Il peut être aussi qu'il en existe ailleurs que dans le lieu que j'ai indiqué ; mais je ne crois pas non plus que ces endroits soient bien nombreux. J'ai dit quel pouvoit être leur mode de formation : (voyez ma lettre XXVIIe.).

On trouve au Cantal des laves amphiboliques en divers endroits ; dans les montagnes voisines de Paul-

mignat, de Saint-Jacques-des-Blas, etc. Ainsi qu'aux monts d'Or l'amphibole y est toujours à l'état amorphe : ce n'est que dans les laves qui ne se composent pas principalement de cette substance qu'on le voit cristallisé. En général leur tissu est très-compact et très-serré : quelques-unes sont celluleuses. Parmi les laves amphiboliques on en rencontre de pyroxéniques : mais elles sont très-rares. Le pyroxène y est aussi toujours amorphe ; ou du moins sa cristallisation est très-informe. Je dirai ailleurs pourquoi l'amphibole et le pyroxène ont des formes si irrégulières dans les laves de cette nature ; tandis qu'ils en ont de si symétriques dans celles dont ils ne forment pas la masse principale. Il est à remarquer que l'amphibole dans les roches neptuniennes de ce nom, ainsi que dans les roches granitiques dans lesquelles il est disséminé, est également presque toujours amorphe ; ou du moins que sa cristallisation est bien grossièrement ébauchée : ce qui induit à penser qu'elle est en grande partie due aux modifications particulières qu'il a reçues des agens volcaniques.

Les laves amphiboliques et pyroxéniques sont plus abondantes aux monts d'Or qu'au Cantal : aux monts Dôme je n'en ai jamais trouvé : (voyez mes lettres VIIe. et XXVIe.). Dans les produits de cette dernière chaîne, il existe de l'amphibole et du pyroxène ; mais non des laves amphiboliques et pyroxéniques. Quelques fragmens de pyroxène et d'amphibole isolés dans une lave, ne la constituent pas pyroxénique et amphibolique.

Les matières minérales qui, travaillées par les volcans, ont donné naissance aux laves amphiboliques, étoient-elles amphiboliques ? C'est d'autant plus probable, que les roches de cette nature sont assez abon-

dantes en Auvergne. Ces laves ont pu encore être produites par l'effet des volcans. Ce qui m'engage à penser ainsi, c'est que tout annonce que c'est à des combinaisons opérées par eux, que doivent leur origine les cristaux si réguliers d'amphibole, qui se trouvent dans quelques laves : (voyez mes Observations, pag. 161 et suiv.; pag. 172 et suiv. des notes). Or, si des cristaux ont pu s'y former, pourquoi cette substance ne s'y formeroit-elle pas dans un état amorphe ? Pourquoi par conséquent ne se produiroit-il point des laves amphiboliques ?

Il n'existe pas dans ce pays des roches pyroxéniques. Il paroît que les mêmes substances minérales dont se sont formées les laves amphiboliques, ont donné naissance aux laves pyroxéniques, et qu'elles ont une origine commune : elles ont les plus grands traits de ressemblance entre elles, et se trouvent quelquefois confondues ensemble. Je suis porté à croire que le pyroxène n'est que de l'amphibole modifié par les volcans.

L'illustre Dolomieu dit avoir trouvé dans la vallée de Barrège du pyroxène dans une roche primitive, non-volcanique par conséquent; qu'il regarde comme intermédiaire entre le trapp et le pétrosilex. Quoiqu'on n'ose point suspecter d'erreur des observations faites par un si grand minéralogiste, j'avoue cependant que j'ai beaucoup de peine à y croire. La méprise paroît d'autant plus facile, que cette espèce de roche dont parle Dolomieu, est du nombre de celles dont il est très-difficile, et peut-être impossible de déterminer l'origine, sans le secours des localités; parce qu'ayant tous les traits d'une substance neptunienne, elle peut cependant être une production des volcans. Cette roche de Barrège

a été trouvée dans une vallée : qui sait d'où elle venoit? Je remarquerai à ce sujet que toutes les fois que l'on trouve hors de son lieu natal, une substance minérale présentant des caractères qui aux yeux de l'homme instruit sont équivoques et comme amphibologiques, il faut suspendre son jugement sur sa nature, sur son origine. Vous jugez par conséquent combien je regarde comme peu exacte la dénomination de pyroxénique, que je donne à cette lave, que je crois être un produit des volcans, tandis que la dénomination signifie le contraire. J'ai conservé cette expression, parce qu'elle est consacrée par le célèbre Haüy, dans son immortel ouvrage de minéralogie, qui a fait et méritoit de faire époque dans les sciences : (voyez mes Observations, pag. 172 et suiv.)

LETTRE XXXIV.

Le basalte, Monsieur, existe en quantités immenses dans les produits du Cantal : des coulées entières qui se sont étendues à une distance de 9, 10, 11, 12 lieues, peut-être même davantage, et souvent s'enfonçant à de grandes profondeurs, sont entièrement basaltiques. J'ai voulu calculer le nombre des mètres de ces coulées ; l'imagination la plus accoutumée aux abstractions, s'étonne et se perd dans ces sortes de calculs, tant les nombres se multiplient. Ces coulées basaltiques sont quelquefois superposées les unes sur les autres au nombre de 3, 4, 5, 6. Elles sont faciles à distinguer entre elles, à cause

des intervalles qui les séparent; intervalles résultant de ce que les coulées inférieures avoient éprouvé un certain refroidissement, lorsque les supérieures ont eu lieu; intervalles presque toujours horizontaux ou également inclinés à l'horizon, et très-peu distans les uns des autres; ce qui prouve, comme je l'ai déjà observé, que les temps qui se sont passés entre les différentes coulées, ont été peu considérables; qu'elles ont été produites par des déjections volcaniques dont l'âge n'est pas bien dissemblable. Dans certaines coulées, comme à St.-Flour, on aperçoit dans les intervalles qui les séparent des matiéres argillo-ferrugineuses ou ocreuses : mais tout dit que ces substances, qui d'ailleurs existent rarement et n'existent qu'en petites quantités, sont le résultat de la décomposition des basaltes supérieurs et inférieurs. Ce seroit donc se tromper que de croire que ces diverses coulées n'ont eu lieu qu'à des époques très-éloignées les unes des autres: s'il en étoit ainsi, elles seroient séparées par des espaces intermédiaires bien plus grands, remplis de substances minérales étrangères aux volcans. Quelquefois les coulées basaltiques alternent avec des coulées tufeuses : tantôt elles reposent sur celles-ci; tantôt, au contraire, les coulées tufeuses reposent sur des coulées basaltiques. Il arrive même quelquefois que les coulées sont tufeuses dans une partie et basaltiques dans l'autre. Ces accidens sont d'autant plus intéressans à remarquer, qu'ils prouvent que les basaltes ont une origine vulcanienne. Car tout annonce que l'origine de ces diverses coulées est la même : et il est évident que les coulées tufeuses sont des produits des volcans. Un autre accident encore qui ajoute un nouveau degré de certitude à l'opinion des

vulcanistes, c'est que dans les coulées tufeuses on voit souvent des blocs énormes de basalte. Comment se feroit-il que toutes les autres substances dont se composent ces coulées tufeuses fussent volcaniques, et que les basaltes ne le fussent pas ?

Les basaltes du Cantal varient beaucoup entre eux dans leur texture, leur dureté, leur compacité, leur couleur : les différences qu'ils offrent sous ces rapports étant à peu prés les mêmes ; que celles qu'offrent les basaltes des monts d'Or, je n'entrerai dans aucun détail : (voyez ma lettre XXVe.). Je remarquerai seulement que parmi les premiers on trouve des basaltes d'un grain plus fin, d'une dureté plus grande, d'un noir plus foncé et plus luisant que parmi les derniers. Les basaltes celluleux sont moins communs au Cantal qu'aux monts d'Or ; mais il y en existe beaucoup. J'ai déjà dit combien ces cavités dans les basaltes, prouvent d'une manière convaincante leur volcanisation : (voyez ma lettre XXVe.). Il est des réflexious amenées par les mêmes observations, qu'on aime à répéter, parce qu'elles sont très-importantes pour la science des volcans et de la géologie.

Ce qui est encore à remarquer, c'est que les cellulosités dans les basaltes ne se trouvent ordinairement que dans les parties supérieures des coulées. Dans les coulées de lave poreuse, il en est ainsi, comme vous savez ; ce ne sont guère également que les parties supérieures qui sont poreuses ; les inférieures sont presque toujours compactes : (voyez mes lettres V^e^. et XXXIe.). Ce trait frappant d'analogie et de ressemblance prouve que les mêmes causes qui produisent les cellulosités dans les laves poreuses, les produisent dans les laves com-

pactes ;

pactes ; que dans les unes et dans les autres elles doivent leur naissance à l'expansion des substances aériformes ; que les basaltes et les laves poreuses ont par conséquent une origine commune, et sont des produits des volcans. Ainsi, plus on étudie les basaltes, plus on voit se multiplier les preuves de leur volcanisation. Quand je rassemble toutes celles que fournit l'Auvergne, (voyez mes Observations, page 131 et suivantes), je me dis à moi-même : Il faut que les neptunistes n'aient jamais voyagé dans cette contrée, ou que le temps ne leur ait pas permis de bien étudier ses produits : il faut aussi que les autres pays aient une manière d'être bien autre que celui-ci ; que les substances minérales s'y montrent sous des traits bien différens. Cependant celles qui ont un même mode de formation offrent en général les mêmes caractères, sont empreintes du même sceau. Comment donc se fait-il que les basaltes qui dans ce pays annoncent, je ne crains pas de dire, évidemment une origine volcanique, puissent être regardés ailleurs comme des produits des eaux. J'avoue que ce problème est pour moi on ne peut plus difficile à résoudre. Les formes des basaltes varient aussi beaucoup : il est des basaltes qui n'offrent que des masses informes ; d'autres au contraire affectent des formes plus ou moins régulières. On en trouve en table, en boule ; il est inutile de vous redire que je regarde ces formes tabulaires et sphéroïdales, comme produites par la cristallisation : (voyez mes lettres VIe. et XXVe.). Ces laves basaltiques sont moins régulières que celles des monts d'Or : elles sont aussi moins communes que dans cette dernière chaîne : ainsi qu'aux monts d'Or, les laves en table y sont sonores : (voyez ma lettre XXVe.). Les basaltes

qui affectent des formes prismatiques sont très-communs ; et il en est dont les formes sont on ne peut plus régulières. La roche volcanique de Murat, près de St.-Flour, est en ce genre un monument d'histoire naturelle des plus curieux, et peut-être unique. Nulle part je n'ai vu, et je ne crois pas qu'il soit possible de voir de prismes basaltiques plus réguliers. J'ai parlé de cette roche dans mes Observations : je ne rappellerai point ce que j'y ai dit ; (voyez pag. 172 et suiv.). Dans ma première course au Cantal, il y a deux ans, j'avois imaginé qu'elle s'étoit formée dans le cratère : des accidens particuliers que j'avois remarqués cette année-ci aux monts d'Or, m'avoient inspiré des doutes sur son mode de formation ; et j'avois pensé que peut-être elle n'étoit qu'un fragment de coulée. Jaloux d'asseoir mon opinion sur une base solide, j'ai revu cette roche ; je l'ai examinée avec la plus grande attention. Malgré mes préventions contre mon opinion, je l'embrasse encore ; et j'avoue que plus j'étudie cette roche, plus cette opinion me paroît certaine.

Au Cantal, il est des roches basaltiques, prismatiques, qui sont des fragmens de coulées volcaniques, mais dont les prismes sont loin d'être aussi réguliers que le sont ceux de Murat. Les roches les plus intéressantes à voir sont celles de St.-Flour, de St.-Bonnet, de Marsenat, de Lugarde, d'Apchon, du Keire, de Laqueille près de Dienne, de Prad, etc. Cette dernière roche est une des plus curieuses par sa masse qui est immense, par la régularité de ses prismes et par les accidens divers qu'elle offre. Sa description est étrangère au plan de ces lettres ; elle est non loin du château qui a appartenu à M. de Prad, évêque de Poitiers, célèbre par ses talens

en politique et en agriculture : son excellent ouvrage sur l'agriculture de l'Auvergne ne sauroit être trop médité. M. Rodes de Saint-Bonnet, élève en médecine; M. Gibert, médecin à Condat; M. Bassouel, médecin à Marsenat; M. Colandre, médecin à Apchon; M. Commelé de las-Mouleires; et M. Gizolme de Dienne, ont eu la bonté de m'accompagner dans les courses que j'ai faites dans ces cantons, où tout fixe les regards du naturaliste.

Il est des roches basaltiques qui, dans certaines parties, affectent des formes régulières, tandis que dans d'autres, contiguës et placées sur le même plan, elles n'offrent que des masses informes : cet accident s'explique aisément, quand on fait attention aux diverses circonstances dont le concours est nécessaire pour la cristallisation des basaltes. On sent que les causes qui la produisent ont pu exercer leur influence sur certaines parties et non pas sur d'autres : je dis toujours cristallisation, parce que je crois hors de tout doute que les formes régulières que les basaltes affectent, sont dues à une cristallisation réelle ; (voyez mes Observations, pag. 155 et suiv., et mes lettres VIe. et XXVe.). La manière d'être de ces roches semble le prouver encore: car si les formes régulières des basaltes étoient le résultat du retrait, comme le prétendent des naturalistes; le retrait s'opérant dans toutes les parties, toutes offriroient des formes régulières, à quelques légères modifications près; ce qui n'est cependant pas. Il est des accidens particuliers qui déterminent la cristallisation des basaltes ou qui l'empêchent. Quelquefois au-dessus d'une masse basaltique cristallisée il en est superposé une amorphe. J'ai dit dans mes Observations à quoi pouvoit

tenir cet effet : (voyez pag. 176 et suiv. ; pag. 182 et suiv. des notes).

J'ai vu dans les environs de Lugarde un prisme basaltique très-régulier, libre par les côtés, dans une grosse masse de basalte informe à laquelle seulement il tenoit par ses extrémités. Il étoit enchâtonné dans cette belle géode ; et il étoit facile de voir qu'il s'y étoit formé. Ainsi au milieu d'un bloc de calcaire amorphe, on trouve quelquefois des cristaux de cette substance. Cette observation intéressante et curieuse prouve encore et d'une manière j'ose dire évidente, à moins qu'on ne soit aveuglé par la prévention des systèmes, que les formes régulières des basaltes sont l'ouvrage d'une véritable cristallisation. Ce prisme basaltique existant dans l'intérieur de cette masse ne peut pas être regardé comme ayant été produit par le retrait : car il est de toute impossibilité que la partie céntrale eût éprouvé un retrait, la masse entière n'en ayant pas éprouvé. Ce prisme basaltique doit sa naissance à la même cause à laquelle la doivent les cristaux des autres substances minérales qui se forment dans des géodes par l'effet admirable des affinités : les parties similaires, celles qui ont des rapports entre elles se rapprochent ; et étant placées dans des circonstances favorables, elles produisent des formes régulières.

Il est des roches volcaniques qui se composent de prismes basaltiques réguliers verticaux, horizontaux, inclinés à toutes sortes d'angles, s'arcboutant quelquefois : et ces roches offrent l'ensemble d'un tout symétrique. Tous ces accidens curieux à observer sont inexplicables dans l'opinion du retrait : eh ! comment concevoir que des causes fortuites qui agissent aveuglément,

comme sont celles qui le produisent, puissent imprimer à une grande masse des formes régulières? Comment, sous l'empire et l'influence de pareilles causes, concevoir la formation de ces prismes, offrant les accidens les plus variés et les plus symétriques dans leurs positions et leurs courbures? Tout cela, encore une fois, est inconcevable. En minéralogie ainsi qu'en géologie, il faut étudier la nature dans ses ateliers, si on veut la connoître, apprécier et juger sainement son travail; ses ouvrages vus en grand, dans leur ensemble, et avec tous les traits qui peuvent les caractériser, inspirent des idées bien autres que celles que font naître des échantillons isolés, dans un cabinet. Plus je médite sur les basaltes, et plus vivement je sens combien sont vraies les propositions énoncées et prouvées dans mes Observations, p. 155 et suiv.; qu'ils ont pu cristalliser, et qu'ils ont cristallisé réellement, quand ils se sont trouvés placés dans des circonstances favorables. J'ai exposé quelles étoient les conditions nécessaires à leur cristallisation. Je remarquerai seulement à ce sujet, que l'observation que je viens de rapporter du prisme basaltique existant dans une masse de basalte informe, dépose en faveur d'une de ces conditions, qui est, que la lave doit être à l'abri du contact de l'air : cette condition est même à mes yeux la plus importante de toutes.

La roche volcanique, on ne peut plus curieuse, d'Apchon, sur laquelle étoit construit le château, nous offre une autre preuve de cette vérité: cette roche, qui n'est qu'un fragment d'une coulée, et qui repose sur du granit, se compose de prismes basaltiques verticaux, inclinés à toute sorte d'angles, et même horizontaux. Ces prismes sont plus ou moins réguliers. Ceux dont les

formes sont les plus symétriques, se trouvent dans les parties intérieures de la roche : ceux qui se trouvent dans les parties extérieures sont bien loin d'avoir la même régularité en partage. Ce n'est pas seulement à Apchon que j'ai été à même de faire cette intéressante observation; dans plusieurs autres endroits j'ai observé le même accident.

Les formes prismatiques offrent les plus grandes variétés : j'ai retrouvé au Cantal toutes celles que j'avois remarquées dans la chaîne des monts d'Or. Ayant décrit celles-ci, il est inutile de vous entretenir des autres. J'observerai seulement que cette identité de formes régulières dans les deux chaînes, est bien propre à intéresser le naturaliste : on diroit qu'elles ont été jetées dans le même moule; il n'existe entre elles pas la plus légère différence. Comme les ouvrages de la nature, quoique infiniment variés, se ressemblent quand les circonstances dans lesquelles elle travaille, sont les mêmes ! comme la cristallisation imprime à ses produits les plus grands traits de conformité entre eux, quand elle a sous la main les mêmes matériaux ! tous les résultats du travail de la cristallisation m'étonnent : j'avoue que je ne conçois pas comment elle peut produire la régularité des formes. Mais ce qui m'étonne surtout, c'est qu'elles soient mathématiquement les mêmes dans les mêmes circonstances. Pour sentir combien les phénomènes de la cristallisation sont admirables, il faut en faire l'objet de ses méditations : celui qui ne sait pas réfléchir, ne saura pas les admirer, parce qu'il ne reconnoîtra jamais la beauté, et j'oserai ajouter la difficulté du travail. Si un beau tableau, une belle statue nous frappent, ravissent notre admiration,

c'est que nous sentons combien ces ouvrages, pour être beaux, sont difficiles. Tout sans doute est aisé pour la nature : mais il est des choses qui paroissent devoir lui être plus difficiles que d'autres; comme par exemple de modeler dans tous les lieux de l'univers, pourvu que les circonstances soient semblables, des substances minérales d'une manière si parfaitement la même, qu'il soit impossible de reconnoître entre elles la plus petite dissemblance. Nous, avec toutes nos équerres, tous nos compas, tous nos instrumens, nous ne pouvons pas faire deux figures semblables. Oh, que les moyens de la nature sont grands et puissans! oh, que l'auteur de la nature est par conséquent lui-même grand et puissant!

On dira sans doute qu'il n'est pas étonnant que les résultats de la cristallisation soient les mêmes, quand les circonstances sont les mêmes; parce que les affinités sont les mêmes. Mais savez-vous quelle est cette force productrice du mouvement, qui met en jeu ces affinités? Savez-vous comment ce mouvement peut se modifier de manière à imprimer aux corps des formes régulières, et constamment les mêmes ? La génération des cristaux est à mes yeux presque aussi difficile à concevoir, que la génération des êtres organiques. L'acte par lequel la nature produit sera toujours pour nous un mystère, quelle que soit la substance produite. Il est tout plein de choses admirables dans la nature; et cependant qui n'excitent nullement en nous l'admiration, parce que nous ne savons pas nous en rendre compte, et que nous nous contentons de mots, la plupart insignifians, pour leur explication.

Ainsi qu'aux monts d'Or, il existe au Cantal des prismes articulés : mais ils y sont très-rares. Je n'y ai pas

trouvé des basaltes cylindroïdes : les basaltes à nombre de pans le plus considérable que j'y aie rencontré, n'en avoient que 9 : et vous jugez que de tels basaltes, ayant surtout une grande circonférence, ne peuvent pas être appelés cylindroïdes. Je ne doute cependant pas qu'il n'y en existe.

Non-seulement on trouve au Cantal toutes les variétés des prismes qui sont aux monts d'Or : on y rencontre aussi les mêmes variétés des formes pyramidales : il est inutile aussi par conséquent de les décrire. (Voyez ma lettre XXVe.). Les circonstances de leur gissement sont également les mêmes : c'est toujours dans les espaces vides que laissent entre eux les basaltes, qu'on les trouve.

Ces différences dans les formes régulières des basaltes fournissent aux naturalistes qui regardent ces formes comme le résultat du retrait, des objections contre ceux qui les attribuent à la cristallisation. Dans mes Observations j'ai répondu à ces difficultés que je regarde bien peu solides ; il est inutile de rappeler ce que j'y ai dit : (voyez page 177 et suiv.).

Au Cantal, on trouve dans une grande étendue de terrein, des masses basaltiques prismatiques : des coulées entières paroissent même se composer de prismes. Le spectacle des prismes basaltiques m'étonne toujours : et il faut avouer qu'il est bien fait pour fixer toute l'attention du naturaliste, et pour appeler toutes ses méditations. Mais jamais il ne m'en impose davantage, que lorsque je les vois se prolonger sur un même plan à des hauteurs égales dans un espace considérable ; que j'en vois plusieurs rangs superposés les uns sur les autres ; et surtout lorsqu'ils sont correspondans sur les bords op-

posés d'un vallon vaste et profond; accident qui, comme vous jugez fort bien, provient de ce que la coulée a été divisée par des torrens qui s'y sont creusé un lit. Quand on a une âme sensible aux beautés de la nature, aucun spectacle peut-être n'est beau comme celui-là. On en jouit assez souvent au Cantal, dans les vallons de Condat, de Lugarde, etc. etc. Dans la chaîne des monts d'Or, dans les environs de Murol, etc., les basaltes vous offrent également un pareil spectacle.

Ces masses basaltiques sont particulièrement connues sous le nom de *chaussées de Géans*. Comme elles se trouvent ordinairement sur les bords des eaux, et qu'on diroit que ce sont des digues qui ont été construites sur leur cours, on les appelle chaussées : et parce que des forces extraordinaires auroient été nécessaires pour soulever, transporter, mettre en place les pierres dont elles se composent, on les a nommées chaussées des Géans. Tous les efforts des hommes eussent été insuffisans pour de pareilles constructions : des géans seuls en étoient capables. Ainsi, comme vous voyez, les noms répondent aux choses. Quel est l'homme assez étranger à l'histoire, et surtout à l'histoire naturelle, pour n'avoir jamais entendu parler de la fameuse chaussée des Géans sur la côte septentrionale d'Irlande, et de la plus fameuse, peut-être encore grotte de Fingal, qui est également une chaussée des Géans, dans l'île de Staffa, sur la côte occidentale d'Écosse; si bien décrites, la première par le célèbre Pictet, et la seconde par le célèbre Faujas de Saint-Fond. L'Auvergne a peut-être des chaussées des Géans et des grottes de Fingal, comparables à celles d'Irlande et de Staffa : (voyez mes Observations, pag. 44 et suiv. des notes). Il fau-

droit avoir vu les unes et les autres, pour pouvoir les comparer, et apprécier leur beauté relative. Peut-être des Anglais trouveroient nos chaussées et nos grottes plus belles que les leurs : et les Français trouveront peut-être celles de l'Auvergne moins belles que celles de l'Irlande, et de l'Ecosse. Les plus belles choses, pour le commun des hommes, perdent beaucoup de leur prix, par cela seul qu'on les trouve dans son pays. Les voyages que l'on est obligé de faire dans les contrées étrangères, pour satisfaire sa curiosité, parent, embellissent les objets, parce qu'ils ne contribuent pas peu à émouvoir l'imagination.

Les naturalistes regardent les chaussées des Géans comme des productions neptuniennes : les traits de conformité qui existent entre celles qui se trouvent dans les pays étrangers, et celles qui sont en Auvergne, portent à croire qu'elles sont des productions volcaniques.

Si des coulées basaltiques paroissent au Cantal se composer entièrement de prismes ; d'autres semblent être toutes amorphes ; d'autres se composent tantôt de parties amorphes, et tantôt de parties prismatiques. Les coulées des monts d'Or nous ont offert de pareils accidens. (Voyez mes lettres XIXe. et XXVe.). Dans les coulées qui ne sont pas toutes cristallisées, les prismes se placent à diverses distances des cratères : quelquefois ils en sont plus ou moins rapprochés ; et d'autres fois plus ou moins éloignés. Fixer par conséquent dans ces coulées les distances où commencent et où finissent les cristallisations, est une chose impossible : et il est facile de voir que beaucoup de circonstances peuvent concourir à ce que la cristallisation de la matière volcanique s'accélère ou se retarde.

Il suffit de réfléchir un instant pour s'en convaincre.

Il est également impossible de dire quelles sont les substances minérales qui ont fourni la matière dont se sont formées les laves basaltiques : elles n'ont conservé aucun des traits qui peuvent caractériser, faire reconnoître les substances primitives : et j'ai déjà dit que, quand ces traits étoient entièrement effacés, oblitérés, on ne pouvoit que hasarder des conjectures fort incertaines sur leur nature originelle. (Voyez mes lettres XXXIe. et XXXIIe.). Il est vraisemblable que toutes les substances minérales modifiées par les agens volcaniques peuvent être transformées en laves basaltiques.

Quelque grande que soit la quantité de basalte appartenant au Cantal, les déjections basaltiques des monts d'Or sont plus considérables encore. Parmi les produits volcaniques de cette dernière chaîne de montagnes, on trouve aussi beaucoup plus de basaltes cristallisés qu'au Cantal. Mais on n'y en trouve pas à formes si régulières. Les prismes basaltiques des roches de Vandé, de Saint-Sandoux, d'Usson, de Nonnette, de Buron, etc. etc. ; sont assurément bien remarquables par leur régularité : mais leurs formes ne sont pas aussi symétriques que celles des prismes de la roche de Murat : (voyez ce que j'ai dit de la roche de Vandé, lettre XXVe., de celle de Saint-Sandoux, dans mes Observations, pag. 166 et suiv., de celles d'Usson et de Nonnette, pag. 195 et suiv. dans le même ouvrage.). Parmi les produits des monts Dôme, il existe aussi du basalte, mais en bien moindre quantité qu'aux monts d'Or et au Cantal. Le basalte cristallisé y est également moins régulier que dans ces chaînes.

LETTRE XXXV.

Les laves uniformes ou homogènes sont, Monsieur, communes au Cantal : ces laves, comme vous jugez bien, ne constituent aucune espèce particulière ; elles peuvent être siliceuses, pechtinites, pétrosiliceuses, basaltiques, etc. ; elles peuvent être compactes et poreuses. Quelle que soit l'espèce des laves, pourvu qu'elles constituent un tout de même nature, elles peuvent être appelées uniformes. Cependant elles sont le plus ordinairement basaltiques. Quoiqu'elles forment un tout homogène, il ne faut pas croire qu'elles se composent d'une seule substance ; et surtout les basaltes : tout porte au contraire à penser que diverses substances minérales leur donnent naissance : mais elles sont si parfaitement mêlées et combinées, que leur aggrégat semble être le résultat de parties similiaires. Vous devez juger par conséquent combien la détermination des matières minérales auxquelles ces laves doivent leur origine, est impossible ; je vous ai déjà fait faire cette remarque. On ne peut jamais que hasarder des conjectures fort incertaines sur la manière d'être originelle des substances qui ont produit les laves qui ont été en état de fusion, lorsqu'elles sont entièrement dénaturées par l'action des agens volcaniques, comme le sont les laves scorifiées, les laves basaltiques. C'est sans doute à leur mode de déflagration et de fusion, qu'est due cette aggrégation particulière de molécules, qui fait que toutes paroissent

de même nature. La chimie entasse dans ses creusets diverses substances minérales, les fond; et elles prennent, quand elle veut, un aspect uniforme. Celui qui réfléchit s'étonne que des substances dont la structure et les couleurs sont entièrement différentes, puissent composer un tout homogène: (voyez ma lettre VII). Aux monts d'Or, les laves uniformes sont en moindre quantité qu'au Cantal: la chaîne dans laquelle il s'en trouve le moins, c'est celle des monts Dôme.

Les laves mélangées sont plus abondantes au Cantal que les homogènes: ce sont également presque toujours des laves basaltiques. Il est à remarquer que sous le nom de laves mélangées, je ne désigne que les laves qui, pouvant être homogènes, renferment accidentellement des substances étrangères à leur masse; ainsi les laves granitiques, qui nécessairement se composent de diverses matières minérales apparentes, ne trouvent point place parmi les laves mélangées. Les substances que celle-ci renferment sont la calcédoine, la mézotype, le feld-spath, le péridot, l'amphibole, le pyroxène, la tourmaline, le soufre, le calcaire, le fer mameloné, le cuivre. Des naturalistes y ont découvert la semeline. Je ne l'y ai jamais rencontrée, ni aux monts d'Or non plus. Dans mes Observations j'ai dit quel pouvoit être le mode de formation de quelques-unes de ces substances: (voyez p. 160 et suiv.).

La calcédoine est peu commune au Cantal. Dans le vallon de Fontanges, j'en ai rencontré dans l'intérieur de basaltes brunâtres isolés; accident que je n'avois pas remarqué encore. J'ignore quel avoit été le gissement primitif de ces basaltes. La calcédoine que j'avois vue jusqu'alors, étoit disséminée sur la surface des produits

des volcans. La lave qui la renfermoit étoit compacte et dure : une pareille texture repousse toute idée d'infiltration. Je ne crois nullement douteux qu'elle ne soit contemporaine de la lave elle-même : et son mode d'existence, quand on réfléchit, n'a rien de plus étonnant que le mode d'existence des autres substances étrangères à leur masse que les laves renferment. Les élémens dont elle s'est formée ont pu être happés par la matière volcanique, lorsqu'elle étoit en fusion; ou bien s'être produits dans son intérieur par l'effet des combinaisons. La calcédoine renfermée dans cette géode basaltique, étoit mamelonée, ainsi que celle qui existe sur la surface des laves : elle se composoit de couches concentriques; mode de conformation qui me paroît porter d'une manière évidente l'empreinte de la cristallisation : (voyez mes lettres XXVe. et XXVIIIe.). Ce qui me prouve encore que la manière d'être en mamelons de la calcédoine est son ouvrage, c'est qu'elle s'offre toujours sous ces traits : or l'uniformité de conformation dans les substances minérales, quelles que soient les formes, ne me paroît pouvoir être attribuée qu'à la cristallisation. Quelle autre cause pourroit leur donner une physionomie qui seroit constamment la même ? Toutes les autres causes agissant aveuglément et d'une manière bizarre, il est impossible de ne pas voir que les formes qui seroient produites sous leur influence, ne pourroient qu'être très-dissemblables entre elles. Il n'y a qu'une cause qui agit avec dessein et avec ordre, qui puisse modeler sans cesse ses ouvrages de la même manière : cette assertion me paroît d'une vérité incontestable. Ainsi, ce ne sont pas seulement les formes que nous nommons régulières, qui annoncent le travail de la cris-

tallisation ; ce sont encore les formes toujours constantes et uniformes, quand bien même elles nous sembleroient irrégulières. Celles que nous regarderions comme telles, seroient peut-être bien loin de l'être aux yeux de la nature. Tout réellement dit au naturaliste qui observe que sa régularité n'est pas la nôtre : et ce n'est nullement étonnant ; nos conceptions ne sont pas les siennes.

Les laves qui renferment de la calcédoine sont très-rares : je n'en ai découvert que deux, et j'en ai cassé plusieurs dans lesquelles l'uniformité de texture et de couleur pouvoit me faire présumer qu'il y en avoit. Elle a une couleur bleuâtre, et elle est presque translucide.

Lorsque je vous ai parlé des roches tufeuses du Cantal, j'ai oublié de vous dire que l'on y trouvoit, mais rarement, de la calcédoine ; elle est gissante dans leurs scissures. Sa couleur est blanchâtre : je la regarde comme produite par l'état d'altération de la calcédoine, qui est presque toujours plus ou moins décomposée. Il n'en est pas ainsi dans les roches de Crouelle et du Pont-du-Château, etc., où nulle altération ne se fait remarquer en elle. J'attribue ces différences d'état aux accidens divers des roches : celles du Cantal sont imprégnées de beaucoup d'acide sulfurique, comme on peut en juger par les sulfates abondans qui s'y forment. Celles de Crouelle, du Pont-du-Château, etc., n'en contiennent pas. L'acide sulfurique ne peut exercer, comme vous jugez fort bien, qu'une très-grande, très-forte action sur les substances exposées à son influence.

Dans la roche tufeuse du Pont-du-Château, la calcédoine est assez souvent mêlée avec des cristaux quartzeux calcédonieux : (voyez ma lettre XXVIIIe.). Je n'ai point vu au Cantal de pareils cristaux. Si vous vous

le rappelez, je vous ai fait observer dans cette même lettre que ces cristaux ne se trouvoient qu'avec le pissasphalte : or, remarquez que dans les roches tufeuses du Cantal, il n'en existe pas, ou du moins je n'en ai pas découvert : seroit-ce à la non-existence du pissasphalte, que doit être attribuée la non-existence de ces cristaux ? Ces rapprochemens d'observations sont singuliers et étonnans ; et ils peuvent devenir intéressans pour la science, quand on sait en tirer des inductions. On diroit que les élémens dont se composent ces cristaux, sont les mêmes que ceux dont se compose le pissasphalte ; ou que c'est lui qui modifie les élémens dont se compose la calcédoine, de manière à lui faire prendre l'aspect quartzeux, et à lui faire affecter les formes qui les caractérisent. Cette dernière conjecture me paroît plus vraisemblable, et voici pourquoi ; c'est que la calcédoine que j'ai trouvée dans les laves, avoit la couleur, le facies, la translucidité de ces cristaux : elle n'en étoit différenciée que par son mode de cristallisation mamelonée. Modelez en mamelons la substance dont se forment ces cristaux ; il seroit impossible de les distinguer. Si on mettoit en contact la calcédoine du Cantal avec du pissasphalte, il est à croire qu'elle affecteroit les formes de ces cristaux. Ainsi les formes ou telles formes de cristallisation tiennent peut-être aux plus légers accidens, au voisinage d'autres substances qui apportent quelque modification particulière à celles qui cristallisent.

Quelle seroit la modification que le pissasphalte feroit éprouver à la calcédoine ? C'est ce que j'ignore : mais il est facile de voir que les affinités qui peuvent s'exercer entre les molécules de diverses substances, sont

sont bien capables de les modifier les unes et les autres.

Il seroit curieux de rechercher pourquoi les roches tufeuses du Cantal ne contiennent point de pissasphalte, ou du moins n'en contiennent que de petites quantités : car j'avoue que quoique je n'y en aie pas trouvé, j'ai peine à me persuader qu'elles n'en renferment pas du tout : mais ce qui est sûr, c'est que du moins elles n'en recèlent pas des quantités considérables. Les dépôts de la mer, dans cette partie de l'Auvergne, peuvent avoir été moins imprégnés de bitume que dans les autres : les volcans qui y ont brûlé peuvent en avoir vomi de moindres quantités, que ceux qui se sont allumés dans les autres. Mais la principale raison à mes yeux, c'est qu'elles contiennent beaucoup de soufre et de sulfates. On diroit que le pissasphalte et le soufre, ainsi que ses diverses combinaisons, ne peuvent pas coexister ensemble. Et peut-être l'un ne se forme que des élémens dont l'autre se composé, seulement modifiés diversement. Dans ma XXVIIIe. lettre, je vous ai parlé d'un grès pissasphaltisé : je vous ai dit que dans certains endroits se montroient des efflorescences qui ne sont que des sulfates. Il est à remarquer que dans ces parties de la roche qui ont été primitivement pissasphaltisées, il ne paroît maintenant nul vestige de pissasphalte.

En allant à Royat par le chemin dit des Roches, on trouve une roche de grès que le chemin même traverse, à ciment argilo-calcaire, renfermant du soufre et des sulfates : tout dit qu'elle a été originellement pissasphaltisée, ainsi que celle de Chamalières; qu'elle n'a même fait avec elle qu'une masse commune, et que sa décomposition a produit le soufre et a fait disparoître le pissasphalte : elle offre exactement les mêmes caractères

T

qu'offrent les parties de la roche de Chamalières, dans lesquelles il n'existe plus de trace de pissasphalte. Les volcans vomissant quelquefois des matières sulfureuses, ne pourroit-il pas être que celles qui existent dans cette roche fussent des déjections volcaniques. Si elle étoit moins voisine de celle de Chamalières, et qu'elle n'eût pas avec elle de si grands traits de conformité, j'avoue que j'attribuerois à ces substances sulfureuses une pareille origine : mais les circonstances dont je viens de vous parler, ne permettent pas, ce me semble, de douter que leur mode de formation ne soit le même que celui des matières sulfureuses existantes dans la roche de Chamalières, que tout annonce devoir leur existence à la décomposition du pissasphalte. Ainsi, la connoissance du mode de formation d'une substance, tient souvent à la connoissance du mode de formation d'une autre: ainsi, dans l'étude de la géologie d'un pays, il faut principalement s'attacher à connoître les rapports qui existent entre ses diverses parties. La considération de ces diverses roches accroît la conviction où je suis que la nature forme le soufre de toutes pièces dans les substances minérales, et qu'il est par conséquent un produit de l'agrégation de divers élémens. Ainsi, les observations se rattachent les unes aux autres, et se lient à un même principe.

Tout le monde convient que l'agathe, la cornaline, la sardoine, ne sont que des modifications de la calcédoine, que distinguent entre elles les seules variétés des couleurs, qui, comme vous savez, ne sont que de purs accidens. Il paroîtroit par conséquent que dans les lieux où se trouve la calcédoine, on devroit rencontrer aussi les autres substances minérales que je viens de vous

nommer : cependant je n'en ai jamais découvert ni au Cantal, ni aux monts d'Or.

La calcédoine ne se trouvant en Auvergne que parmi les produits des volcans, il est vraisemblable qu'elle est elle-même une production volcanique. Il est à présumer par conséquent que dans les autres contrées où on en trouve, elle doit également aux volcans son origine. Des substances identiquement les mêmes pourroient-elles avoir un mode différent d'existence ? Il est par conséquent à présumer encore que les agathes, les cornalines, les sardoines, sont des produits des volcans. Ainsi, ces diverses substances pourroient être regardées comme des témoins de la volcanisation des pays dans lesquels on les trouve : les unes et les autres paroissent être produites par des substances siliceuses, diversement altérées par les agens ou les déjections volcaniques.

Ainsi que la calcédoine, la mézotype est rare au Cantal. Elle ne m'a offert aucun accident particulier dans son gissement, dans sa couleur, ni dans sa manière d'être et de cristalliser ; (voyez ce que j'en ai dit dans mes Observations, pag. 164 et suiv.). Il est à remarquer que la mézotype ne se rencontre que dans les laves basaltiques, ou dans les intervalles qu'elles laissent entre elles. Non-seulement il est des substances qui paroissent particulières aux volcans ; mais encore il en est qui semblent n'appartenir qu'à certains de leurs produits. Ce qui prouve bien que ces diverses substances sont produites par les combinaisons qui s'opèrent ; combinaisons qui varient suivant les modifications particulières des laves. Et il est aisé de voir que les matières minérales dont se forment les basaltes, sont autrement modifiées par les agens volcaniques, que celles dont se

forment les laves pétrosiliceuses, les laves pechtinites, etc. Il n'est donc pas étonnant que les unes et les autres puissent donner naissance à des combinaisons différentes, et par conséqueut à des substances différentes. Les combinaisons étant différentes, les substances produites doivent être nécessairement différentes. Tout pour le naturaliste doit être un sujet de méditation et d'instruction.

Dans toutes les laves mélangées, le feld-spath est à l'état de vitrification plus ou moins parfaite : il est très-souvent amorphe, rarement régulièrement cristallisé. Il m'a paru que ses formes de cristallisation étoient celles qu'il avoit dans les substances neptuniennes. J'ai dit comment ces cristaux, malgré leur vitrification, avoient pu conserver leurs formes originelles : (voyez ma lettre XXIVe.). Remarquez qu'il seroit possible qu'ils affectassent des formes différentes : mais alors ils se seroient formés dans les laves, en vertu des affinités mutuelles qu'auroient exercées les molécules vitreuses dont ils se composent. Ils n'auroient pas été par conséquent préexistans dans les roches neptuniennes dont se sont formées les laves. Je ne crois nullement douteux que les matières vitrifiées, quelles qu'elles soient, ne puissent cristalliser; pourvu qu'elles se trouvent dans des circonstances favorables; parce que les molécules qui constituent des matières vitrifiées, exercent toujours des affinités les unes sur les autres; et que ce n'est qu'au jeu des affinités qu'est due la cristallisation. Mais je ne doute nullement non plus que le mode de cristallisation des substances vitrifiées ne soit différent de celui des substances neptuniennes de même nature; parce que la vitrification, par les altérations qu'elle aura produites, aura donné nais-

sance à de nouvelles affinités, qui à leur tour donneront naissance à de nouvelles cristallisations. Les affinités n'étant plus les mêmes, il est de toute impossibilité que le mode de cristallisation soit le même ; c'est par elles qu'il est produit ; elles devenant différentes, il devient nécessairement différent. Ainsi de l'existence des cristaux de feld-spath, à formes non-analogues à celles des cristaux existans dans les roches neptuniennes, on ne pourroit pas conclure, comme vous voyez, qu'il existe deux espèces différentes de feld-spath. Tout porte à croire que le feld-spath des laves est le même que le feld-spath des substances neptuniennes. Cette uniformité de nature du feld-spath, dans ces deux divers produits, est d'autant plus remarquable, qu'elle annonce que les matières travaillées par les volcans, qui le renferment, ont été préexistantes à leur inflammation. Vous jugez combien cette induction, qui me paroît incontestable, est une forte objection contre le système de M. Patrin.

Quoique les cristaux de feld-spath existans dans les laves, m'aient toujours paru plus ou moins altérés, cependant je conçois que l'on peut en trouver qui paroissent entièrement intacts. Des substances minérales élaborées par les volcans, peuvent conserver tous les traits qui les caractérisoient avant d'avoir été soumises à leur action ; (voyez mes Observ., pag. 63 et suiv.). Il pourroit par conséquent se former dans les laves des cristaux parfaitement semblables à ceux qui existent dans les roches neptuniennes, puisque leurs élémens n'auroient reçu aucune altération. Je crois cependant que de pareils accidens doivent être extraordinairement rares à des yeux exercés à comparer les substances vol-

caniques et neptuniennes; celles-là présenteront presque toujours, et j'oserois dire toujours, quelque accident particulier qui fera reconnoître leur origine; et les distinguera des aggrégats qui sont des produits des eaux.

Le péridot, l'amphibole, le pyroxène sont communs au Cantal : le péridot y est à l'état de petits grains amorphes; jamais en grandes masses; comme dans la chaîne des monts d'Or, à Ardes; où il y en a qui pèsent jusqu'à 10, 15, 20, 25 kilogrammes (20, 30, 40, 50 livres). L'amphibole et le pyroxène qui dans les laves de leur nom, sont presque toujours amorphes, comme je l'ai déjà remarqué, affectent au contraire ordinairement des formes très-régulières dans les laves, dans la composition desquelles ils n'entrent que comme substance secondaire, et non comme substance principale. Cet accident, qui mérite d'être remarqué par le naturaliste, doit tenir à quelque cause. Peut-être pour que l'amphibole et le pyroxène cristallisent, il faut que les molécules dont doivent se composer les cristaux, ne se recherchent pas mutuellement avec toute la force d'affinité qui leur est propre, parce que sans doute elles se précipitent trop tumultuairement les unes sur les autres; et vous jugez qu'alors il est impossible que des cristaux réguliers se forment; attendu que les molécules qui doivent leur donner naissance ne peuvent point s'arranger d'une manière convenable aux lois de la cristallisation. Ce qui diminuera la trop forte affinité réciproque des molécules amphiboliques et pyroxéniques, favorisera donc leur cristallisation régulière. Leur mouvement étant alors moins accéléré, elles pourront obéir aux lois établies par la nature, pour que la cristallisation s'opère. Or, si ces molécules se trouvent mêlées

avec d'autres substances minérales, celles-ci exerçant aussi l'affinité sur ces molécules, il est évident que leur attraction mutuelle a perdu de son intensité : elles peuvent par conséquent se rapprocher plus lentement les unes des autres, prendre les diverses positions qui leur conviennent, et produire des corps cristallisés. L'observation apprend qu'il est des substances minérales, qui n'affectent jamais des formes plus régulières, que lorsqu'elles se trouvent associées avec d'autres : et sans doute c'est à la même cause que doit être attribué le même effet : (voyez ce que j'ai dit de ces substances dans ma lettre XXXIII[e].).

Dans des laves à même texture que celles qui renferment du pyroxène et de l'amphibole, dans les montagnes voisines de Paul - Mignat, j'ai rencontré de la tourmaline ; on ne pouvoit pas se méprendre sur sa nature : elle avoit son aspect, son mode de cristallisation; chauffée, elle avoit la double électricité. Elle est très-rare ; elle l'est aussi aux monts d'Or, où je vous ai déjà dit que je l'avois également découverte; et où elle offre les mêmes accidens. La lave qui la renferme est de même nature dans l'une et l'autre chaîne. L'amphibole se trouvant dans les laves, il étoit naturel de penser que la tourmaline, qui a de si grands rapports avec lui, qui souvent coexiste avec lui dans les roches neptuniennes, existoit dans les produits des volcans. Dans des tufs volcaniques appelés peperino, contenant des matières schorleuses, au sud-est de Cotrune, à 3 ou 4 mille mètres de distance, je l'ai aussi découverte : elle y est également fort rare. Toutes les concrétions de cette nature n'en contiennent pas : les produits volcaniques des monts d'Or ont donné nais-

sance à du peperino : on en trouve à 6 ou 8 mille mètres (3 ou 4 mille toises), de Clermont, au sud : il n'y en existe pas.

Quel est son mode de formation dans les laves et dans les matières tufeuses ? Je croirois assez volontiers que celle qui se trouve dans les laves a été produite par les volcans, et que celle qui se rencontre dans les roches tufeuses, étoit préexistante dans les matières minérales soumises à leur action. Peut-être même ont-elles la même origine ? Ce qu'il y a de vrai, c'est qu'elles peuvent au moins l'avoir. Je ne puis ici qu'indiquer les idées : (voyez ce que j'ai dit dans ma XXXIIIe. lettre du mode de formation de l'amphibole et du pyroxène).

Je n'ai trouvé du soufre que dans un très-petit nombre de laves à texture basaltique ; encore n'y existe-t-il qu'en molécules presque insensibles. Quelques-unes m'ont paru cristallisées. Je vous ai dit quel pouvoit être le mode de formation du soufre dans les laves : (voyez ma lettre XXIVe.). Quoique je croie qu'en général le soufre s'y forme de toutes pièces par la combinaison des élémens dont il se compose ; il est possible cependant qu'il doive quelquefois à la sublimation son origine. Tout le monde sait que les volcans subliment du soufre : or, dans cet état il peut s'introduire dans les laves. Mais tout annonce que ce n'est pas son mode ordinaire d'existence.

Il est on ne peut plus abondant dans quelques roches tufeuses : on diroit surtout que l'acide sulfurique a été comme pétri avec les autres matières volcaniques dont elles se composent : elles sont tapissées de productions sulfatiques. Cet acide se combine avec diverses substances, avec l'argile, la chaux, la magnésie, le fer,

Parmi ces divers sulfates, j'ai découvert des nitrales, des muriates. C'est une question que de savoir si ces acides existent tout formés dans ces roches tufeuses, ou s'ils s'y forment : cette dernière opinion me paroît la plus vraisemblable. Il pourroit cependant se faire qu'ils y existassent tout formés, parce qu'il arrive que divers acides sont vomis par les volcans. Le temps ne me permet pas de donner du développement à ces idées.

Je n'ai trouvé au Cantal que très-peu de laves qui renfermassent du calcaire, et du fer mameloné : et cela m'a toujours beaucoup surpris; vu les quantités si considérables de calcaire mêlé avec les autres produits volcaniques; vu la grande abondance de matières ferrugineuses que renferment les coulées basaltiques, et surtout les coulées tufeuses; puisqu'il est des parties de ces dernières coulées, dont le ciment est comme entièrement ferrugineux. Cette presque non-existence de calcaire et de fer mameloné dans les laves du Cantal, me paroît prouver que rarement les matières minérales qu'elles contiennent, doivent leur origine à des infiltrations. Le calcaire y est toujours à l'état amorphe. Il est des laves basaltiques dans lesquelles il existe du cuivre : elles sont rares; je n'en ai trouvé que dans le vallon de Sère. J'ignore par conséquent leur gissement. Le cuivre y est en petites quantités : il offre les mêmes accidens que dans les laves porphyritiques dont je vous ai parlé, dans lesquelles je l'ai premièrement découvert. (Voyez ma lettre XXXIe.).

Les diverses substances qui se trouvent dans les laves du Cantal, la calcédoine, la mezotype, le feld-spath, le péridot, l'amphibole, le pyroxène, la tourmaline, le calcaire, le fer mameloné, le cuivre, se trouvent aussi aux monts

d'Or; et en général en plus grandes quantités. Les laves qui les recèlent ont à peu près la même texture que celles du Cantal; ce qui prouveroit encore combien les modifications des laves par les agens volcaniques paroissent influer sur la formation de ces substances; puisqu'elles sont les mêmes, quand ces modifications sont les mêmes, quand la texture est la même. Non-seulement la texture des laves qui renferment les mêmes substances terreuses est la même; mais encore celle des laves qui contiennent des substances métalliques. Dans les monts d'Or on trouve aussi, mais rarement, du cuivre dans les laves basaltiques; leur texture est la même que celle des laves du Cantal qui en renferment. Ce qui annonceroit que les substances métalliques elles-mêmes qui existent dans les laves, y ont, au moins la plupart, pris naissance, par l'effet des combinaisons. Rappelez ce que j'ai dit dans cette même lettre, en parlant de la mézotype. Ce n'est qu'en rapprochant les observations les unes des autres, en les comparant ensemble, qu'on peut en histoire naturelle acquérir des connoissances sûres. Aux monts d'Or se trouvent la stilbite, l'arragonite, le fer spéculaire, qui n'existent point au Cantal. Dans les produits volcaniques des monts Dôme, on rencontre l'amphibole, le pyroxène, le péridot, le fer mameloné et le fer spéculaire : ils renferment aussi des fragmens quartzeux et du fer octaèdre, que ne contiennent point les produits des autres chaînes. Je n'y ai jamais trouvé la mézotype, la stilbite, la calcédoine, la tourmaline, du calcaire, du cuivre. Aux monts d'Or les laves mélangées sont plus abondantes qu'au Cantal: la chaîne dans laquelle elles le sont le moins, c'est celle des monts Dôme.

LETTRE XXXVI.

J'ai déjà remarqué, Monsieur, qu'il y avoit au Cantal des espèces de laves, dont les unes étoient dans un état de décomposition plus ou moins avancée; et dont d'autres n'avoient éprouvé aucune altération : mais ce n'est pas de certaines espèces de laves seulement que cela est vrai; cela l'est de toutes les espèces. La texture de chacune de ces espèces en particulier étant la même, à quelque légère différence près, on doit conclure de cette observation, que le gissement des laves influe sur leur altération: celles qui sont dans les parties inférieures des coulées sont les mieux conservées; et quand il y a plusieurs coulées superposées les unes sur les autres, les coulées inférieures sont celles qui sont les moins altérées. Il est des coulées sur lesquelles reposent d'autres coulées, que l'on diroit venir d'être vomies par le volcan : le temps qui détruit tout, n'a imprimé aucun trait de vétusté sur les produits volcaniques dont elles se composent. Les laves ont un air de fraîcheur qui étonne; elles ont le même aspect qui les caractérise, quand elles sortent des fournaises souterraines dans lesquelles elles ont pris naissance. Ce qui prouve, comme je l'ai déjà observé, qu'il ne s'est pas passé un long-temps entre ces diverses coulées; et que l'origine des volcans de l'Auvergne ne remonte pas à une antiquité aussi reculée que des naturalistes veulent le faire accroire : il paroît impossible que des substances miné-

rales, dont l'âge se perdroit dans la nuit des temps, ne fussent nullement altérées, quel que fût leur gissement. Le temps étend sa main dévastatricce dans tous les lieux, et sur tous les êtres; point de barrière qui puisse arrêter ses efforts irrésistibles : (voyez mes Observations, p. 94 et suiv.; voyez aussi ma lettre XXVIII[e].).

Les laves non-altérées surpassent en masse celles qui le sont: et ces laves non-altérées ne sont pas seulement des laves compactes; ce sont aussi des laves poreuses, comme je l'ai déjà remarqué.

Sous les rapports de la décomposition les laves des monts d'Or et des monts Dôme offrent les mêmes accidens, que celles du Cantal. Plus on compare, plus on étudie les produits volcaniques de ces trois différentes chaînes, plus on se convainc que les intervalles de temps qui séparent l'inflammation de leurs volcans, ne sont pas bien longs. Ce qui le prouve encore, c'est l'identité de leurs produits : on trouve au Cantal, aux monts d'Or, et aux monts Dôme des laves poreuses et des laves compactes, qui sont parfaitement identiques, qui n'offrent pas la plus petite différence dans leur texture, ni dans aucun des traits qui peuvent les caractériser : considérées isolément, il seroit impossible de distinguer à quelle chaîne elles appartiennent. Si leur âge étoit bien dissemblable, qui croira que leur ressemblance fut si parfaite ? L'identité de ces différentes laves prouve aussi que ce sont les mêmes agens qui ont donné naissance à ces divers produits; que ce sont des substances minérales de même nature qui ont été travaillées par eux, et que tous ces volcans doivent communiquer les uns avec les autres. Peut-on concevoir autrement que leurs produits fussent les mêmes ? L'identité des laves compactes de ces divers

volcans, prouve encore que les basaltes de l'Auvergne sont des produits volcaniques : (voyez ma lettre VIe., et mes Observations, pag. 131 et suiv.).

Les laves en décomposition offrent des accidens qui méritent d'être observés : rien dans la nature n'est indifférent pour le naturaliste. Désireux de s'instruire, ce n'est qu'en multipliant les observations, qu'il peut étendre ses connoissances. La décomposition des laves s'opère quelquefois de la manière la plus symétrique, parce qu'elle se fait uniformément dans leurs diverses parties : elle donne naissance à des zones parfaitement égales dans tout le pourtour, et dont la couleur tranche avec celle des laves. La nuance de la partie décomposée se rapproche assez communément de la couleur blanchâtre mêlée de grisâtre ou de jaunâtre; quelle que soit la couleur des laves. Cette zone, qui se forme ordinairement tout d'abord dans les parties latérales extérieures, par une marche lente et graduée, parvient souvent à embrasser toute la masse de la lave : mais toujours il n'en est pas ainsi : cette zone rencontrant sans doute des obstacles qu'elle ne peut pas vaincre, s'arrête quelquefois à une certaine distance des bords : et alors presque toujours on en voit se former d'autres dans les parties intérieures, plus ou moins près de la zone extérieure. Les laves dans cet état vous offrent l'image singulière de polyèdres réguliers, enchâssés les uns dans les autres : l'art ne produiroit pas un tout plus symétrique. Il est des laves dans lesquelles ces diverses zones sont très-étroites et très-nombreuses : on sent que l'ouvrage de la nature est d'autant plus intéressant et d'autant plus curieux à observer, que ces bandes symétriques sont plus multipliées, et que leur largeur est moins

grande. Les parties intermédiaires entre les zones ne semblent éprouver qu'une petite altération : ces zones paroissent dans certaines laves, comme ondulées. Toujours la décomposition ne commence pas par les parties intérieures : alors elle n'a ordinairement qu'une marche irrégulière. Il arrive assez souvent que la surface des laves se trouve comme parsemée de taches arrondies, qui sont le résultat de la décomposition. Quelquefois les laves décomposées diminuent de pesanteur ; acquièrent un tissu plus lâche, et même voient se désunir entièrement les molécules dont elles se composent. D'autres fois leur pesanteur, leur texture, leur dureté demeurent les mêmes. D'autres fois leur tissu se serre davantage; et la pesanteur ainsi que la dureté deviennent plus grandes.

Le naturaliste ne doit pas seulement s'attacher à observer les faits de la nature; il doit remonter jusqu'à leurs causes. J'avoue que celles qui produisent, dans les laves qui se décomposent, les divers accidens que j'ai remarqués, et surtout ces zones régulières qui s'emboitent avec tant d'art les unes dans les autres, me paroissent très-difficiles à expliquer. Je ne sais si elles l'ont été; mais je n'en connois pas d'explication. Tout dit que le fer dont toutes les laves de ce pays renferment des quantités plus ou moins considérables, est le premier et le principal agent de leur décomposition; et que c'est en se combinant avec diverses substances avec lesquelles il a plus d'affinité, qu'il n'en a avec les molécules constitutives des laves, et surtout en se combinant avec l'oxigène, qu'il la produit. Tout dit que c'est cette combinaison du fer avec l'oxigène à diverses doses, qui occasionne l'altération des couleurs primitives des laves, et leur donne leurs nouvelles nuances.

Mais comment se fait-il que ces teintes adventives prennent des formes régulières ? On peut concevoir encore comment la décomposition donne naissance aux taches arrondies dont j'ai parlé : des globules de fer, en se décomposant, doivent laisser sur la surface de la lave l'empreinte des formes qui les caractérisent : mais il est bien difficile d'expliquer la formation de ces surfaces parallélogrammatiques qui s'incrivent les unes dans les autres. Voici peut-être comment on pourroit la concevoir : les molécules ferrugineuses répandues dans les laves, s'attirent mutuellement : leur sphère d'affinité est bornée ; et les limites sont les mêmes pour toutes. Il peut par conséquent se former en divers endroits, dans une série de points parallèles aux bords des substances volcaniques, de petits amas ferrugineux qui seront comme des centres d'attraction. Que ces laves viennent à se décomposer, qu'arrivera-t-il ? Les parties qui renferment une moins grande quantité de molécules ferrugineuses, prendront une teinte différente de celles qui en contiennent davantage : et les laves paroîtront alors se composer de parallélogrammes encadrés les uns dans les autres. On sent qu'il peut arriver que ces centres d'attraction ne se placeront pas exactement sur la même ligne, que les uns s'éloigneront ou se rapprocheront davantage des bords : alors les zones paroîtront comme ondulées. J'ai presque toujours remarqué que ce mode de décomposition par zones, n'avoit lieu que dans les laves dont les formes sont plus ou moins régulières, et qu'il est en rapport avec ces formes : si elles sont parallélogrammatiques, il offrira l'image de parallélogrammes emboités les uns dans les autres ; si au contraire elles sont arrondies, on diroit que ce sont des cercles

inscrits. J'ai aussi remarqué qu'il n'avoit lieu que dans les laves où le fer paroissoit être seulement dans un état de mélange avec les molécules dont elles se composoient, et non dans un état de combinaison : et véritablement l'affinité entre des molécules homogènes ne paroît pas devoir s'exercer, quand ces molécules sont combinées avec d'autres, parce qu'elles changent alors de nature, et qu'elles acquièrent des qualités différentes de leurs qualités primitives.

Un autre accident qui dans les laves en décomposition étonne tout d'abord le naturaliste, c'est que leur dureté, leur compacité demeurent les mêmes, et quelquefois deviennent plus grandes ; que leur tissu ne s''altère pas et se serre même quelquefois davantage. Il paroît que la décomposition suppose la désaggrégation des parties : la décomposition ne peut avoir lieu qu'autant que de nouvelles combinaisons s'opèrent ; ces nouvelles combinaisons peuvent-elles s'opérer, si les combinaisons primitives ne cessent ? Et cette désorganisation peut-elle être produite, si le tissu des laves n'est devenu plus lâche ? Peut-être véritablement y a-t-il quelque altération dans leur texture ; mais elle est peut-être insensible pour nous, parce qu'elle est peu considérable. On conçoit même que les nouvelles combinaisons qui se font, peuvent leur redonner le même degré de dureté qu'elles avoient avant qu'elles s'opérassent ; leur en faire même acquérir une plus grande, et leur donner un tissu plus serré. Et ces nouvelles combinaisons peuvent se faire d'une manière si instantanée, qu'on ne s'aperçoit pas des altérations qui ont eu lieu dans les laves. Cependant, presque toujours en se décomposant, elles deviennent plus légères ; ces nouvelles

combinaisons

combinaisons font ordinairement disparoître quelque principe constitutif des laves; et ce principe est communément le fer. Le fer se combinant avec l'oxigène, les molécules dont il se compose perdent leur cohérence entre elles; et n'étant plus retenues par l'affinité qui les lioit les unes aux autres, elles se séparent et vont se réunir à d'autres corps. Vous jugez par conséquent qu'il n'est pas étonnant que les laves, en se décomposant, diminuent de pesanteur: il n'est pas étonnant non plus qu'elles acquièrent pour l'ordinaire une couleur plus blanchâtre ou grisâtre, puisque c'est le fer qui les colore en noir.

LETTRE XXXVII.

Parmi les produits volcaniques du Cantal, on trouve, Monsieur, beaucoup de substances calcaires: je l'ai déjà dit. Il est des accidens qu'elles offrent, dont je n'ai point parlé, à ce que je crois, et qui méritent cependant d'être remarqués: elles font effervescence dans certaines de leurs parties, et non pas dans d'autres. Les parties intérieures sont ordinairement celles qui en font; et les parties extérieures sont celles qui n'en font pas; qui par conséquent sont réduites à l'état de chaux, et ont été soumises à l'action du feu. Tout le monde sait que le calcaire réduit à l'état de chaux ne fait plus effervescence, parce que le calorique en a dégagé l'acide carbonique. Tout le monde sait encore que c'est le dégagement de l'acide carbonique qui est une substance

gazeuse ou aériforme qui, en s'échappant, produit l'apparence de bouillonnement ou d'effervescence, lorsqu'on combine le calcaire avec quelque autre acide qui a plus d'affinité avec lui que n'en a l'acide carbonique. Dans le calcaire soumis à l'action du feu, il ne reste plus d'acide carbonique, parce que le calorique se substitue à sa place. Il est facile de concevoir pourquoi les parties extérieures des masses calcaires ne font point effervescence, quoique les parties intérieures en fassent. Les parties extérieures ont dû nécessairement être plus fortement chauffées que les intérieures. Il peut même parfaitement se faire que les parties centrales n'aient pas ressenti du tout l'action du colorique; parce que ces masses calcaires peuvent n'avoir pas été soumises à son action assez de temps, pour que les parties centrales aient été réduites à l'état de chaux. Les fours ordinaires où la chaux se fait, m'ont offert assez souvent un pareil accident, qui n'a rien d'étonnant pour celui qui réfléchit: des fragmens de calcaire ou de pierre à chaux étoient à leur surface entièrement dépouillés d'acide carbonique; et dans leur intérieur ils ne l'étoient pas. Tout dit que ces masses calcaires n'ont été chauffées que par le contact des laves environnantes vomies par les volcans: si de même que les laves, elles avoient été travaillées dans les gouffres des volcans, ces masses calcaires n'offriroient plus évidemment que des masses de chaux, et auroient été indubitablement elles-mêmes converties en laves. Quoique le calcaire soit abondant au Cantal, je n'y ai pas cependant trouvé des laves calcaires: une substance minérale n'est lave à mes yeux que lorsqu'elle a été réduite à l'état de fusion par l'action des agens volcaniques. Néanmoins j'ai cru aper-

cevoir dans quelques masses calcaires des points vitreux : ce qui prouveroit la réduction de ces parties à l'état de laves vitreuses ; mais ces molécules étoient si petites, que je n'ose leur donner le nom de laves.

J'imagine que ces masses ont fait partie des roches calcaires existantes sur le sol, où se sont allumés ces volcans, qui par leur explosion ont soulevé ces roches, les ont fait voler en éclats et les ont reduites à des fragmens d'inégales grosseurs. Non loin de leurs cratères, dans les environs d'Aurillac, existent encore des roches de cette nature, que tout dit s'être originellement prolongées jusqu'aux lieux où leurs bouches se sont ouvertes. Il peut se faire qu'une partie de ces roches ait été engloutie dans leurs gouffres : mais ces masses ont été rejetées à l'instant, ou ont été fondues par l'action des feux souterrains, de manière qu'elles n'ont conservé aucun caractère qui ait pu faire reconnoître leur nature primitive. Ce qui prouve encore d'une manière bien évidente que ces masses calcaires ont été chauffées, au moins dans leurs parties extérieures, c'est que ces parties sont d'une couleur plus ou moins roussâtre, qui porte toutes les empreintes du feu : c'est au fer contenu en plus ou moins grandes quantités dans ces masses calcaires, qu'est due cette couleur.

Une autre observation que je regarde comme bien importante, que vous donnent lieu de faire ces masses calcaires, c'est que dans leurs parties non-altérées, elles sont de la même couleur, du même grain, de la même texture que les roches calcaires que l'on voit dans les environs d'Aurillac. Ces masses offrent encore un accident bien curieux ; c'est que dans certaines parties elles portent l'empreinte de coquillages. De pareilles

empreintes se laissent apercevoir dans les roches dont j'ai déjà parlé, ainsi que dans les substances siliceuses qui s'y trouvent. Ces masses calcaires que l'on voit parmi les produits volcaniques, ont donc été autrefois coexistantes avec les roches de même nature qui existent encore; et ces roches doivent évidemment leur origine aux dépôts de la mer. Ces blocs doivent donc aussi leur existence à de pareils dépôts. M. Patrin veut que toutes les substances rejetées par les volcans soient produites par les agens volcaniques. Il est impossible d'attribuer un pareil mode de formation aux masses calcaires dont je viens de vous entretenir. Comment dans ce système expliquer surtout l'existence des empreintes de coquillages qui s'y font remarquer? Cependant je ne doute nullement, ainsi que M. Patrin, que des substances calcaires ne puissent être produites par les volcans, ne puissent être le résultat des diverses combinaisons qu'ils opèrent. Je suis même intimement convaincu que toutes les substances minérales vomies par les volcans, peuvent être formées par eux : condensez des substances gazeuses; variez les proportions de leurs élémens et les modes de leurs combinaisons; et vous donnerez naissance à toutes les matières volcaniques. Je ne crois pas néanmoins que toutes celles que les volcans rejettent, leur doivent leur origine; parce que l'observation dépose contre une pareille assertion. Nous faisant de fausses idées du mode d'agir de la nature, nous imaginons qu'elle n'a qu'une manière de produire ses phénomènes : elle est au contraire infiniment variée dans ces opérations. On diroit que nous mesurons sur notre puissance et sur nos conceptions, qui sont si bornées, la puissance et les conceptions de la nature qui sont infinies. Nous forgeons

un système pour expliquer ses phénomènes : nous voulons l'asservir à nos pensées ; nous voulons qu'elle ne puisse pas suivre d'autre route que celle que nous lui avons tracée.

Il est des volcans comme celui de la Somma et du Vésuve, parmi les produits desquels on trouve également des masses calcaires, sur l'origine desquelles les naturalistes sont très divisés d'opinion : peut-être ne sont-elles aussi que des blocs détachés des roches calcaires, primitivement existantes sur la surface du sol où se sont allumés ces volcans, ou recouvertes par d'autres roches : car sur des roches calcaires sont superposées quelquefois d'autres roches d'une nature différente. Une grande différence existe entre les masses calcaires de la Somma et du Vésuve, et celles du Cantal ; c'est que les premières recèlent ordinairement des cristaux qui paroissent n'appartenir qu'aux substances volcaniques, parce qu'ils ne se trouvent que dans ces substances ; et que celles du Cantal n'en renferment pas ; du moins je n'y en ai jamais trouvé, quoique j'aie cassé des milliers de fragmens de ces masses calcaires. Ces différences d'accidens ne me semblent pas annoncer dans ces diverses masses une origine différente : celles de la Somma et du Vésuve, après avoir été détachées des roches auxquelles elles appartiennent, peuvent avoir été remaniées par les agens volcaniques, qui auroient déposé les élémens dont se forment les cristaux qu'elles contiennent : tandis que celles du Cantal auront été rejetées aussitôt après qu'elles auront été séparées de la roche ; et n'auront par conséquent pas eu le temps de subir de grandes modifications particulières. Mais, dit-on, les masses calcaires de la Somma et du Vésuve

font effervescence avec les acides : seroit-il possible qu'elles en fissent si elles avoient été soumises à l'action des feux des volcans? J'ai dit dans mes Observations combien on se trompe, quand on croit que les agens volcaniques se composent uniquement de feux : (voyez pag. 63 et suiv.). D'après les réflexions que j'ai faites, et que je ne rappelle pas, il est facile de concevoir comment une masse calcaire détachée de sa roche, peut avoir été travaillée et comme repétrie par les agens volcaniques, de manière à conserver toujours la faculté de faire effervescence avec les acides, et à renfermer des cristaux caractéristiques, si l'on veut, des produits des volcans. On remarque, dit-on, encore dans ces masses des boursoufflures qui sont vitrifiées : comment se fait-il, ajoute-t-on, que certaines parties se vitrifient et que les autres ne soient pas dépouillées de l'acide carbonique? Cela me paroît très-facile à concevoir : le feu modifié par les autres agens, qui concourent avec lui pour produire les phénomènes des volcans, peut parfaitement bien exercer son action sur quelques parties, et laisser les autres intactes : c'est souvent parce que nous ne nous faisons pas des idées saines des choses, que nous les regardons comme inexplicables, ou que nous les attribuons à des causes qui leur sont étrangères. Quoique je sois bien convaincu que le feu est loin d'être le seul agent des volcans, et qu'il est d'autres agens qui aident à leur travail, je ne doute nullement non plus qu'il ne soit un de ces agens. Son action peut ainsi être modifiée de mille manières diverses : elle peut même l'être tellement, qu'elle sera comme entièrement masquée.

Le célèbre Patrin se prévaut beaucoup de l'existence de ces masses calcaires parmi les produits volcaniques

de la Somma et du Vésuve, pour étayer son système, et pour battre en ruine celui des naturalistes, qui veulent que les phénomènes des volcans soient produits dans des gouffres plus ou moins profonds existans dans le sein de la terre. Dépouillé de toute prévention en faveur d'aucun système, prévenu même plutôt pour celui de ce savant, j'avoue que je suis loin de partager son opinion. L'existence de ces masses calcaires ne me paroît nullement inexplicable dans le système communément reçu, modifié cependant comme je l'ai dit dans mes Observations, pag. 47 et suiv. : et si dans ce système il étoit difficile d'expliquer la coexistence des parties vitrifiées avec les parties saturées d'acide carbonique, cette difficulté existeroit aussi dans le système de M. Patrin, à moins qu'il n'admette une vitrification sans feu; hypothèse qui seroit bien hasardée, pour ne pas dire autre chose.

Au Cantal le calcaire est dans certains endroits, comme près de Fraisse-Haut, en si grandes quantités, qu'on l'exploite depuis long-temps pour en faire de la chaux. Avant que j'eusse fait des courses minéralogiques au Cantal, j'avois entendu parler de cette carrière calcaire, existante au milieu des produits volcaniques : j'avoue que j'avois peine à croire à son existence; tant il me paroissoit étonnant que dans un endroit bouleversé par les volcans, dans la bouche, pour ainsi dire, elle-même des volcans; il pût se trouver une carrière de cette nature aussi abondante. J'imaginai que peut-être c'étoit quelque roche calcaire préexistante à la déflagration des volcans, qui avoit survécu à la destruction des autres roches calcaires environnantes, et qui au milieu du bouleversement général de ce pays étoit de-

meurée inébranlable sur sa base. Je vais au Cantal ; je vois cette carrière ; je ne puis douter de son existence : et j'avois peine cependant à y croire encore. Elle est évidemment le résultat des déjections d'un volcan : elle est environnée de toutes parts de produits volcaniques, et en général très-fortement torréfiés ; elle repose sur des produits volcaniques : comment ne seroit-elle pas elle-même un produit volcanique ? Le désordre, la confusion des masses dont elle se compose, atteste encore son origine : aucune trace de stratification ne s'y fait remarquer, ainsi que dans les roches calcaires existantes encore dans les environs d'Aurillac. Dans mon histoire naturelle de l'Auvergne, je me propose de décrire dans le plus grand détail cette singulière roche volcanique.

L'argile se trouve quelquefois au Cantal mêlée avec le calcaire ; d'autres fois on la rencontre seule : c'est dans les matières tufeuses qu'est son gissement. Elle y est abondante, mais beaucoup moins que le calcaire. Elle y existe en masses plus ou moins grandes, qui portent particulièrement, dans leurs parties extérieures, des empreintes de feu non-méconnoissables : ces parties extérieures sont d'une couleur roussâtre beaucoup plus foncée que celles des parties intérieures ; elles sont aussi d'une dureté plus grande : il en est même qui ne se ramollissent pas dans l'eau. Tous ces accidens divers annoncent que ces masses argileuses ont été, ou immédiatement soumises à l'action des feux des volcans, ou du moins en contact avec des corps fortement chauffés : mais ils annoncent aussi que l'action du calorique sur elles, n'a pas été en général bien violente, ni d'une longue durée. Je présume qu'avant l'inflammation des volcans, elles étoient coexistantes avec les roches cal-

caires sur le même sol : et il est à remarquer que dans les parites du Cantal où l'on trouve des roches calcaires, on trouve encore adjacentes à ces roches des masses argileuses : quelquefois même c'est sur des couches argileuses que ces roches reposent. Ainsi l'observation d'un fait donne souvent l'explication d'un autre : tout s'enchaîne dans la nature. Celui qui se livre à son étude si pleine de charmes, et si influente sur la moralité des hommes, doit aussi s'attacher particulièrement à saisir et à ne pas laisser échapper le lien qui unit tous les faits qu'elle nous offre.

Parmi les produits volcaniques, j'ai rencontré, dans les environs du puy Mari, des fragmens granitiques : ils sont rares. Ils paroissent avoir des traits de conformité avec des granits de cette chaîne ; accident qui pourroit faire croire qu'ils en ont fait primitivement partie ; et qu'ils en ont été détachés, lorsque les cratères des volcans se sont ouverts. Ils semblent avoir été un peu altérés par l'action de leurs feux ou de leurs produits.

Les masses calcaires et argileuses sont plus abondantes au Cantal qu'aux monts d'Or : je n'en ai point vu aux monts Dôme. Dans cette dernière chaîne, les fragmens de roches granitiques primitives existent en plus grandes quantités que dans les autres : elle renferme aussi des fragmens de cornéenne neptunienne : dans les autres, j'en ai cherché vainement. Dans les produits seuls des monts d'Or, j'ai trouvé du grès : (voyez mes lettres III et XXVIII).

La chaîne du Cantal a dû sans doute vous paroître riche en produits volcaniques : cependant je ne doute nullement qu'elle ne le soit beaucoup plus ; elle est encore peu connue. Toutes les parties dont elle se compose

sont loin d'avoir été visitées. Les monts d'Or et les monts Dôme sont beaucoup plus connus; parce qu'ils ont été beaucoup plus parcourus. Dans l'état actuel des connoissances que nous avons des produits des 3 chaînes, celle du Cantal et celle des monts d'Or semblent avoir en partage d'égales richesses minérales : les produits particuliers à l'une se composent par les produits particuliers à l'autre. Tout néanmoins porte à croire que celle du Cantal est plus riche que celle des monts d'Or, quelque riche que celle-ci puisse être. La chaîne dont les divers produits, quoique très-intéressans, sont les moins nombreux et les moins précieux, est celle des monts Dôme. Quoique je me serve de l'expression de produits des chaînes, pour désigner les produits des volcans qui s'y sont allumés, il ne faut pas imaginer qu'ils soient toujours circonscrits dans leur enceinte : je crois vous avoir fait déjà remarquer qu'ils s'étendent souvent au delà de leurs limites. Quand on emploie des mots qui peuvent présenter un sens équivoque, il faut fixer celui que l'on y attache.

LETTRE XXXVIII.

D'APRÈS l'énumération que je vous ai faite, Monsieur, des produits volcaniques de l'Auvergne, vous devez juger combien les collections de ces produits doivent être intéressantes et précieuses pour l'étude des volcans, de la minéralogie, de la géologie de ce pays et de la géologie même du globe. Il existe à Clermont plusieurs

de ces collections que vous aimerez à voir et à étudier, quand vous viendrez visiter l'Auvergne. M. Mossier, père, en a une très-belle, à la confection de laquelle ont concouru le zèle, le goût, la science et le temps : depuis plus de quarante ans il travaille à la former; et tous les ans il y ajoute de nouvelles richesses. Il a parcouru diverses fois les différentes parties de l'Auvergne, et dans ses voyages, tous les secours et toutes les commodités qu'il peut désirer, sont à sa disposition. — M. Cocq, commissaire des poudres et salpêtres, a également une collection on ne peut plus intéressante. Celui qui peut multiplier les courses à son gré, et qui à la fortune réunit beaucoup de goût pour la minéralogie, et de grandes connoissances en cette science, ne peut qu'en avoir une précieuse. Depuis long-temps, M. Cocq s'occupe du soin de former la sienne. Ce qui lui donne un nouveau prix, c'est qu'elle renferme beaucoup de vases antiques trouvés dans ce pays-ci; la plupart parfaitement bien conservés. — M. de Lézers a eu une belle collection faite avec beaucoup de soin et à grands frais : des événemens malheureux la lui ont fait perdre, ainsi que presque toute sa fortune. L'amour de la minéralogie a survécu à ses malheurs : il la cultive toujours avec beaucoup d'ardeur et de succès. Elle le console de ses peines; et lui procure les plus douces jouissances. Les sciences nous arment de courage pour supporter les adversités de la vie; et nous apprennent à nous rendre heureux, même au milieu des rigueurs du sort : la nouvelle collection que M. de Lézers s'est formée, est digne, sous tous les rapports, de fixer les regards du naturaliste instruit; elle est d'autant plus précieuse, qu'elle contient les plus rares productions des Alpes qu'il a

parcourues. — M. Doucet, médecin, auteur d'un dictionnaire de minéralogie qui s'imprime, travaille aussi depuis long-temps à en former une, qui ne pourra être que très-intéressante. — M. Ratoin, ingénieur du département, plein de goût pour la minéralogie, recueille avec soin tout ce que ce pays offre de curieux en minéraux : et vous jugez combien les fonctions qu'il a à remplir, lui fournissent de facilités pour avoir des morceaux précieux. Il a également beaucoup de vases antiques, trouvés dans diverses fouilles qu'il a fait faire, dont plusieurs sont de la plus grande conservation. — M. Boirot, médecin, dont j'ai eu déjà le plaisir de vous parler, a une belle collection qu'il a enrichie de minéraux précieux, qu'il a recueillis dans une course minéralogique aux Alpes, et de beaucoup de coquilles intéressantes qu'il a ramassées la plupart dans ses promenades sur les bords de la mer. — M. Auguste Mabru en a une qui mérite d'autant plus d'être appréciée, qu'elle se compose d'échantillons nombreux, bien choisis, bien faits, bien déterminés. Telle est aussi celle de M. Monestier, fils, et de MM. Louirette. Quand des naturalistes, dans toute la vigueur de l'âge, maîtres de leurs momens, se passionnent pour les courses minéralogiques; et qu'ils veulent ardemment avoir toutes les substances minérales intéressantes du pays qu'ils habitent ; peuvent-ils ne pas les avoir, surtout lorsqu'un amour éclairé de la science dirige leurs pas et règle leur choix ? — M. Féron, élève en médecine, et préparateur des expériences pour le cours de chimie; qui a formé avec succès un grand établissement pour le blanchiment des toiles avec l'acide muriatique oxygené ; M. Deber de Montferrand, étudiant en droit, ont également des collections qu'on

voit avec intérêt. A la suite de ces diverses collections minéralogiques dont je viens de vous entretenir, permettez-moi de vous nommer celle que j'ai été jaloux de faire pour le département, et la mienne: mais remarquez que celles-ci ne commencent que de se former. J'ai été nommé professeur d'histoire naturelle à Clermont, il y a 6 ans; et diverses circonstances particulières ne m'ont permis de commencer mes courses minéralogiques que depuis 4 ans. Encore même ce n'est que depuis 2 ans que j'ai pu m'occuper de la confection du cabinet du département, puisque ce n'est que depuis 2 ans qu'on m'a accordé un local pour le former. Cependant je vous avouerai que j'ai fait les collections les plus abondantes; quoique je voyage toujours à pied, presque toujours seul; et que je ne consacre à mes courses que le temps des vacances : mais aussi quelles peines, quelles fatigues je me suis données ! Je ne crains pas même de vous dire que la collection du département ne le céderoit peut-être pas en intérêt à celles de ce pays-ci, qui en offrent le plus, si j'avois été moins excessivement confiant. Des personnes, sur l'honnêteté desquelles je me reposois entièrement, ont abusé de ma bonne foi; et n'ont pas craint de s'approprier les objets qui pouvoient exciter leurs désirs, et être à leur convenance. Un autre reproche que j'ai à me faire; c'est que je n'ai su rien refuser de ce qu'on me demandoit; que j'ai toujours aimé à faire part aux autres de tout ce que je pouvois recueillir; et que je me suis même souvent dépouillé de morceaux précieux uniques. Instruit à l'école de mes fautes, j'ai appris à connoître les hommes; j'ai appris qu'il faut être très-attentif à surveiller les mains on ne peut plus rapaces

de quelques-uns; et qu'il est certains objets nécessaires dans une collection, dont on ne doit jamais se défaire. La première collection que j'ai faite, et que j'ai cru devoir faire, a été celle du département: et aucun sacrifice ne m'a coûté, pour qu'il pût en être content. Ce n'est que lorsqu'elle a été faite, que je me suis occupé du soin de faire la mienne. Je rassemble tous les matériaux que je puis; le temps ne m'a pas permis encore de les classer. Pour former un cabinet, il faut pouvoir disposer de ses momens; et mes occupations absorbent tous les miens: il faudroit encore être riche; et je suis peu favorisé de la fortune. Combien d'objets que je pourrois recueillir dans mes courses, et que je ne recueille pas; parce que je ne puis pas tout porter et tout faire porter: les frais de port sont extraordinairement chers. Les collections entraînent à de bien plus grandes dépenses, qu'on imagine communément. Il est des personnes qui croient que des envois se font sans frais: oh, qu'elles se trompent!

Dans les autres parties de l'Auvergne, il est des naturalistes qui ont aussi des collections très-intéressantes, et qui cultivent avec beaucoup d'ardeur et de succès la science de la minéralogie; tels que M. Duvernin-de-Moncervier, à Vic-le-Comte, qui connoît parfaitement la géologie de son pays, très-riche en minéraux; M. Pascon, à Brioude; M. Altaroche, à Massiac; M. Dré, médecin à Issoire; MM. Lusigni et Séléron, à Ambert; MM. de Bourlange, législateur, et Grasset, à Mauriac; M. Cabane, fils, à Autrière; MM. Juéry, médecin, et Travade, pharmacien, à St.-Flour, etc. etc.

Les collections de l'Auvergne se composent sans doute principalement de substances volcaniques, puisque ce

sont ses produits les plus abondans : et peut-être, sous le rapport des produits des volcans, aucun pays n'est comparable à l'Auvergne. Mais n'imaginez pas qu'il n'y ait que des substances volcaniques : il s'y trouve aussi beaucoup de substances minérales neptuniennes très-intéressantes, et qui ne contribuent pas peu à rendre précieuses les collections de l'Auvergne. J'appelle neptuniennes toutes les substances minérales qui n'ont pas une origine volcanique ; vous jugez que ce n'est pas ici le lieu d'entrer dans le détail des diverses opinions des naturalistes, sur le mode de formation des substances qui ne doivent pas leur naissance aux volcans. J'ai voulu les désigner par une seule dénomination ; et je n'en ai pas trouvé d'autre que celle de neptuniennes. Peut-être eût-il mieux valu dire non-volcaniques ?

Je vais, d'après le système de classification du célèbre Haüy, vous indiquer seulement les principales, pour que vous puissiez apprécier ses richesses. L'énumération de toutes les substances minérales de ce pays-ci, de toutes les variétés qu'elles peuvent offrir, des accidens divers qu'elles présentent, de leur gissement, de leur mode de formation, appartiennent à l'histoire naturelle de l'Auvergne.

Parmi les substances acidifères, on trouve la chaux carbonatée ; la chaux fluatée ; la chaux sulfatée ; la barite sulfatée ; l'alumine sulfatée alkaline : ces substances y sont abondamment répandues ; elles sont amorphes et cristallisées : la chaux carbonatée et surtout la barite sulfatée presentent plusieurs variétés de cristallisation.

Parmi les substances terreuses, on trouve le quartz hyalin amorphe et cristallisé à couleurs très-variées ; le

quartz pseudomorphique; le grenat; le feld-spaht amorphe et cristallisé; la tourmaline; l'amphibole; l'actinote; la pynite; le mica; l'asbeste; le péridot granuliforme, qu'on nomme aussi olivine ou chrysolithe des volcans: cette dernière substance a été découverte dans des granits par M. Mossier, père. Pour moi, je ne l'ai jamais trouvée que dans les laves. J'avoue même que je la regardois comme une production volcanique: et vous jugez par conséqent que je ne l'aurois point classée parmi les substances neptuniennes. Je sais bien qu'il est des substances communes aux produits des eaux et aux produits des volcans: mais je ne croyois pas que celle-là fût du nombre. Je place le grenat parmi les substances neptuniennes, parce qu'il a été trouvé dans les granits. Il a été également découvert dans les laves porphyritiques des monts d'Or: j'ai même oublié de vous le dire, lorsque je vous ai parlé de ces laves. M. Mossier, père, a trouvé sur les bords de l'Allier de petites parcelles de pierres précieuses roulées, telles que des émeraudes, des hyacinthes, des topases; mais comme il est impossible d'indiquer leur gissement, on ne peut pas assurer que ces substances appartiennent au sol de l'Auvergne. Dans l'énumération des substances terreuses neptuniennes, je ne comprends pas le pyroxène; la mézotype; la stilbile; la sémeline; la calcédoine; l'opale; le cacholong; l'hydrophane; parce que je regarde ces substances comme particulières aux volcans. — Parmi les substances combustibles non-métalliques, on trouve le soufre; le bitume; la houille; le jayet. — Parmi les substances métalliques on trouve le plomb sulfuré amorphe et cristallisé; le plomb carbonaté; le plomb phosphate arsenié, le cuivre piriteux; le cuivre sulfuré; le cuivre

carbonaté

carbonaté bleu (bleu des montagnes); le cuivre carbonaté vert ou oxygéné (malachite) ; le fer sulfuré ; le fer oxidé; le fer phosphaté; le zinc oxidé; le titane oxidé; l'antimoine sulfuré et oxidé, amorphe et cristallisé. Les superbes cristallisations d'antimoine de l'Auvergne sont, comme vous savez, un des principaux ornemens des plus riches cabinets. Parmi les substances métalliques non-volcaniques, je ne classe point le fer spéculaire, parce que je le regarde comme un produit des volcans. — Parmi les substances dont la nature n'est pas assez connue pour leur assigner une place dans la méthode, on trouve l'aragonite dont je vous ai entretenu dnns ma lettre XXVIIIe. — Parmi les aggrégats de première formation, on trouve des roches quartzeuses; porphyritiques ; amphiboliques ; micacées ; calcaires ; cornéennes ; serpentineuses ; feld-spathiques, qui contiennent du pétunzé et du kaolin : toutes ces roches offrent les plus grandes différences entre elles. — Parmi les aggrégats de seconde et troisième formation, on trouve de l'argile glaise, ocreuse, schisteuse ; de l'argile calcarifère ou marne ; du calcaire polissable argillo-ferrifère ou marbre secondaire; de la chaux sulfatée calcarifère ou pierre à plâtre. — Parmi les aggrégats composés de fragmens ou de débris agglutinés, postérieurement à la formation des substances auxquelles ils ont appartenu, on trouve du quartz arénacé agglutiné ou grès; du quartz aluminifère tripoléen ou tripoli; du granit recomposé ou grès des houillères; etc. Tous ces aggrégats se modifient aussi bien diversement, et présentent de singuliers accidens.

Si vous désirez connoître plus particulièrement les diverses substances minérales que produit l'Auvergne,

consultez un ouvrage intéressant fait par M. Mossier fils, docteur médecin, intitulé, *Vues générales sur l'histoire naturelle des environs de Clermont-Ferrand :* vous le lirez avec d'autant plus de plaisir, qu'il est écrit d'un style pur et élégant; qu'il est embelli des couleurs de l'éloquence, et marqué dans des notes au coin du sentiment: je ne le connois que depuis la publication de mes Observations sur les volcans. Il m'est et me sera toujours doux de rendre hommage au mérite des ouvrages des autres.

Il est des produits de volcans éteints ou qui brûlent encore, parmi lesquels on trouve des idocrases (hyacinthines ou hyacinthes brunes des volcans, ou vésuviennes); des amphigènes (grenats blancs ou lencites); des pléonastes, (ceylanites de la Mettrie); des meïonites (hyacinthes blanches de la Somma); des nephélines (sommites de la Mettrie) : je n'ai rencontré au Cantal, ni aux monts d'Or, ni aux monts Dôme aucune de ces substances. Comment se fait-il que dans les produits de certains volcans, il existe des substances qui ne se trouvent point dans les produits des autres? Étoient-elles renfermées dans les roches qu'ils ont travaillées? Sont-elles le résultat du mode de déflagration, qui a pu donner naissance à des combinaisons différentes, et par conséquent à des productions particulières? Ces substances peuvent devoir leur origine à l'une et à l'autre cause. Tout annonce qu'il se forme dans le sein des volcans des substances particulières par l'effet des combinaisons qui s'y opèrent : (voyez mes Observations, pag. 161 et suiv.): comme tout annonce aussi qu'il est des substances rejetées par les volcans, qui étoient préexistantes dans les roches travaillées par eux: ainsi sur les bords du Vésuve, on trouve et dans des laves et dans

des fragmens de roches primitives nullement altérées par le feu, des idocrases; des amphigènes; des grenats; etc. L'induction naturelle de ce fait, est que les roches qui ont donné naissance aux laves devoient contenir les mêmes substances, que renferment celles qui n'ont subi aucune altération, puisqu'elles coexistent ensemble dans les mêmes lieux. Si les laves et les fragmens des roches primitives, qui renferment les mêmes substances, appartenoient à des volcans éloignés les uns des autres par des distances plus ou moins grandes, l'induction que j'ai tirée de ce fait ne seroit peut-être pas exacte, parce que je ne doute nullement que les agens volcaniques, modifiés, comme je l'ai dit dans mes Lettres, et dans mes Observations, pag. 63 et suiv., ne puissent donner naissance à des substances de même nature, que celles qui sont des productions aqueuses: on pourroit par conséquent croire alors que les substances, quoique les mêmes, qui se trouvent dans ces laves et dans ces fragmens de roches primitives, ont une origine différente: mais quand ces substances sont coexistantes dans les mêmes lieux, une pareille assertion seroit entièrement invraisemblable.

Cette coexistence de laves et de fragmens de roches renfermant les mêmes substances, qui s'explique si aisément dans le système ordinaire de l'inflammation des volcans, est presque inconcevable dans le système de M. Patrin: diroit-on que les substances gazeuses, en se solidifiant, ont donné naissance aux mêmes produits: que les uns ont été altérés par le calorique qui s'échappe de ces substances gazeuses en se condensant; et que les autres ne l'ont point été? Cette explication, qui est, je crois, la seule que l'on puisse donner, est bien loin de

contenter pleinement la raison. Des produits volcaniques qui paroissent devoir s'être formés presque simultanément, ou du moins dans des circonstances parfaitement semblables, puisqu'ils renferment les mêmes substances, sembleroient devoir offrir, tout au plus à quelque légère différence près, les mêmes accidens. Ici au contraire les différences sont on ne peut plus frappantes; puisqu'il est des produits qui sont convertis en laves, et que d'autres ont l'aspect des roches neptuniennes.

LETTRE XXXIX.

J'ai décrit, Monsieur, et comparé entre elles les diverses substances qui se trouvent parmi les produits des trois chaînes volcaniques de l'Auvergne, le Cantal, les monts d'Or, et les monts Dôme: ces chaînes peuvent être comparées sous d'autres rapports. Ces rapports étant toujours intéressans pour l'instruction, ne doivent pas être négligés.

Les laves du Cantal ont en général des couleurs plus mates; plus ternes; un aspect plus sombre; un tissu moins serré, que celles des monts d'Or; qui à leur tour, comparées avec celles des monts Dôme, offrent les mêmes différences par rapport à celles-ci. D'après ce que je vous ai déjà dit, vous devez juger que de pareilles comparaisons ne peuvent présenter que des résultats approximatifs, et qu'elles admettent nécessairement de grandes et nombreuses exceptions. Dans les trois chaînes on trouve des laves si parfaitement sem-

blables entre elles, qu'il seroit impossible d'assigner à quelle chaîne elles appartiennent, si on ignoroit les localités. Mais dans des aperçus généraux on ne tient nul compte des cas particuliers : il suffit qu'en général une assertion soit vraie, pour qu'on puisse et qu'on doive la regarder comme telle.

Les déjections des volcans de chacune des chaînes de l'Auvergne, sont immenses: mais il est des différences et des différences considérables dans les déjections de chacune de ces chaînes. Les produits volcaniques du Cantal sont en plus grande quantité que ceux des monts d'Or; et ceux des monts d'Or sont en plus grande quantité que ceux des monts Dôme, qui sont les moins abondans de tous. Cette progression décroissante des quantités de ces produits, est d'autant plus intéressante à remarquer, qu'elle est conforme à la marche de la volcanisation de ces chaînes. Les volcans du Cantal se sont allumés les premiers : c'est donc là qu'a été le principal foyer : le foyer des autres volcans n'a été, pour ainsi dire, qu'un foyer secondaire. Il n'est donc nullement étonnant que les déjections des volcans du Cantal soient plus grandes que celles des autres. La sphère d'activité du foyer des volcans du Cantal a dû nécessairement s'étendre au loin. Un foyer formé est un centre d'attraction, qui attire à lui toutes les matières qui pourroient en former ou en avoir formé ailleurs : et voilà pourquoi les foyers des volcans sont à des distances considérables les uns des autres. Un foyer de volcan peut être déplacé par mille accidens divers, et être transporté par conséquent ailleurs : mais auprès d'un foyer existant, il me paroît impossible qu'il s'en forme un autre. Et c'est une des raisons qui m'engagent à croire que le foyer des volcans

du Cantal, des monts d'Or et des monts Dôme a été primitivement le même, et que c'est à des déplacemens successifs de ce foyer, que ces divers volcans doivent leur naissance : (voyez mes lettres XXIIe. et XXIXe.). Lorsque les volcans du Cantal brûloient, tout dit que les volcans des monts d'Or ne brûloient pas : et lorsque ceux des monts Dôme se furent allumés, les autres devoient être éteints, ou presque éteints : quelque explosion, résultantes de matières y existant encore, pouvoit être produite ; mais il n'existoit pas de foyer volcanique.

Les volcans des monts d'Or s'étant allumés bientôt après les volcans du Cantal, et les circonstances de leur déflagration ayant été à peu près les mêmes, les quantités des matières qu'ils ont rejetées, se rapprochent beaucoup des quantités des déjections des volcans du Cantal : mais elles sont moins considérables. Il est à remarquer que ces deux chaînes offrent, à quelque légère différence près, les mêmes accidens, et que l'histoire de l'une est pour ainsi dire l'histoire de l'autre. Les volcans des monts Dôme s'étant allumés les derniers, la quantité de lave qu'ils ont vomie a été moins grande que celle qu'ont vomie les autres. Aussi aux monts Dôme les coulées sont solitaires ; et aux monts d'Or et au Cantal elles sont superposées les unes sur les autres, au nombre de 3, 4, 5, et même 6 : aux monts d'Or et au Cantal, la force volcanique jouissant de toute son énergie, multiplioit à son gré les coulées ; les entassoit sans effort les unes sur les autres, et leur faisoit parcourir un espace de 8, 9, 10, 12 lieues, sur une étendue considérable en largeur. Aux monts Dôme foible et expirante, à peine dans les volcans qui s'allu-

ment, peut-elle donner naissance à une seule coulée, ordinairement sur une petite étendue en largeur et en longueur ? il en est même qui n'en ont produit aucune. Les volcans des monts Dôme doivent être regardés, comme les derniers efforts de la puissance des agens volcaniques, qui avoient épuisé leurs forces dans la production des déjections des monts d'Or et du Cantal. Quoi qu'il en soit de ces diverses réflexions, vous devez juger combien doivent être immenses les déjections de tous les volcans de l'Auvergne réunis, puisque les quantités des déjections des volcans de chaque chaîne en particulier sont si grandes. Quand on embrasse par la pensée tous les produits de tous ces volcans, l'imagination demeure toute étonnée.

Ces quantités immenses de produits des volcans, fournissent à M. Patrin une objection contre le système ordinaire de volcanisation. Si les matières vomies par les volcans, dit-il, avoient été puisées par eux dans les entrailles de la terre, il y existeroit donc des excavations ; et la grandeur de ces excavations étant nécessairement en rapport avec les quantités des matières rejetées par les volcans, ces matières étant immenses, les excavations seroient par conséquent immenses également : à combien de dangers ne seroient donc pas exposés les habitans des pays dans lesquels ont brûlé et brûlent encore des volcans ? N'auroient-ils pas à craindre de se voir engloutis dans les entrailles de la terre ? Cependant de pareils accidens n'arrivent pas. J'ai déjà répondu à cette objection : (voyez mes Observations, pag. 71 et suiv., et ma lettre V[e].). Il est inutile de rappeler ce que j'ai dit : je me contenterai seulement de remarquer qu'il est impossible dans les

sols volcaniques de révoquer en doute l'existence des excavations dans le sein de la terre. Au Cantal, aux monts d'Or, aux monts Dôme, quand vous frappez sur sa surface, vous entendez ce coup retentir dans ses entrailles, et se prolonger au loin : plus le coup que vous donnez est fort, plus le son qui se fait entendre dans l'intérieur de la terre est fort; et plus il paroît se perdre dans des espaces lointains. Ainsi quand vous frappez sur une excavation faite par la main des hommes, le coup se répète dans son intérieur : la force du son se mesure sur la force du coup; et son prolongement sur l'étendue du lieu dans lequel il se fait entendre. Ces accidens sont conformes aux lois de la saine physique : personne n'ignore qu'ils sont dûs à la masse d'air renfermée dans ces excavations; de sorte que dans les lieux où ces masses d'air n'existent pas dans les entrailles de la terre, aucun son ne s'y fait entendre, quoique vous frappiez dessus même violemment. Vous avez beau frapper sur un sol plein et solide; aucun écho intérieur ne résonne : voilà pourquoi dans les sols non-volcaniques les sons produits à leur surface ne se répètent pas dans leur intérieur. Dans le système ordinaire de volcanisation, les lois de la physique sont sur ce point, comme vous voyez, parfaitement d'accord avec les effets observés. Il n'en est pas ainsi du système de M. Patrin : les échos intérieurs dans les sols volcaniques y sont inexplicables; parce que dans ce système ces sols volcaniques, pour leur texture intérieure, n'offrent presque aucune différence avec les autres; tout y est également plein, solide; aucune grande cavité ne s'y fait remarquer. De légères scissures entre les feuillets schisteux sont insuffisantes pour la production des échos in-

térieurs. Or si dans les sols volcaniques il existe des excavations souterraines, elles ne peuvent avoir été produites que par les déjections des matières vomies par les volcans : ces matières ont dû par conséquent être puisées dans les entrailles de la terre. Si elles eussent été fournies par des substances affluantes dans ces lieux-là, jamais excavation ne s'y seroit faite. Toutes ces diverses inductions s'enchaînent évidemment les unes les autres.

N'allez pas imaginer, avec M. Patrin, que ce n'est que lorsque vous frappez sur des monceaux de laves poreuses et scorifiées, que vous entendez se produire un pareil son ? Vous l'entendez quand vous frappez sur des masses basaltiques; vous l'entendez quand vous frappez sur le sol primitif, sur le sol qui n'a été nullement volcanisé, mais qui se trouve dans le domaine des volcans ; et vous l'entendez quoique des matières volcaniques soient à des distances considérables de l'endroit où vous frappez. Ces faits encore une fois sont inexplicables dans le système de M. Patrin. Le son que lui-même convient être produit, lorsqu'on frappe sur des monceaux de laves poreuses et scorifiées, seroit inexplicable dans son système : un bruit sourd, retentissant dans les entrailles de la terre, se prolongeant au loin et long-temps, suppose nécessairement l'existence de grandes et profondes excavations. Comment les petits interstices que laissent entre elles les laves, en s'amoncelant les unes sur les autres, comment les cavités pratiquées dans ces laves, pourroient-elles donner naissance à un pareil son ? L'air renfermé dans les cellulosités et dans les intervalles des laves, par l'effet de la réaction pourra peut-être faire entendre quelque bruit;

mais pour peu que l'on réfléchisse, on sent qu'il est de toute impossibilité, que ce bruit ait les caractères qui distinguent le son que je viens de décrire. La masse d'air contenue dans ces laves étant peu considérable, le son que le choc fera entendre, ne pourra être qu'en rapport avec elle; et il sera non-seulement peu consistant, peu durable, mais encore peu profond; parce que la hauteur de ces monceaux de laves n'est pas ordinairement bien considérable.

Mais dans ces monceaux de laves ne peut-il pas s'être formé des endroits caverneux ? Cette supposition n'est pas impossible : les laves, en s'amoncelant les unes sur les autres, peuvent, par quelques accidens particuliers, laisser vide entre elles un espace plus ou moins considérable, et donner naissance par conséquent à des espèces de cavernes : mais vous jugez que des accidens de cette nature ne peuvent être qu'infiniment rares. Et cependant, partout, dans les sols volcaniques, ces échos intérieurs se font entendre, quand vous frappez sur leur surface. D'ailleurs ces cavernes existantes dans les monceaux de laves, ne pourroient jamais être bien spacieuses : cependant la nature, l'étendue, la profondeur du son, qui se fait entendre, quand on frappe sur un sol volcanique, nécessitent de très-vastes excavations. Je pourrois donner à ces diverses réflexions de bien plus grands développemens; mais ils sont inutiles pour les hommes qui savent réfléchir.

Une observation bien singulière que j'ai faite en parcourant ces diverses chaînes des montagnes, et qui se rattache cependant à l'ensemble des phénomènes qu'elles offrent, c'est que le sol est plus retentissant au Cantal qu'aux monts d'Or; et aux monts d'Or qu'aux

monts Dôme. Un pareil accident qui assurément n'est point un effet fortuit, qui tient à la nature du sol, ne peut pas, dans le système de M. Patrin, s'expliquer d'une manière satisfaisante : et il trouve au contraire dans le système que j'adopte, une explication facile. La masse des déjections du Cantal étant plus grande que celle des monts d'Or, et celle des monts d'Or plus grande que celle des monts Dôme, il suit que les excavations intérieures existantes au Cantal, doivent être plus grandes que celles qui existent aux monts d'Or; qui à leur tour doivent être plus grandes que celles qui ont été formées dans la chaîne des monts Dôme. En général la grandeur des excavations est en rapport avec les quantités des déjections; je dis en général, parce que divers accidens peuvent déranger et empêcher ce rapport. Ainsi toutes les observations se lient les unes avec les autres : ainsi, comme vous voyez, on est forcé de convenir, quand on est libre de prévention en faveur des systèmes, quand on sait observer et réfléchir sur ses observations; on est forcé, dis-je, de convenir que tout concourt à démontrer l'existence des excavations intérieures dans les sols volcaniques : comme tout concourt à prouver que toutes les laves, quel que soit leur mode de formation, prennent naissance dans les entrailles de la terre, et non à la surface du sol, comme le pense M. Patrin; (voyez mes lettres IVe., V^{e}., XXIIe., XXIIIe., XXIXe.).

Mais les matières vomies par les volcans étant immenses, les excavations devroient par conséquent être immenses aussi. Cette conséquence ne seroit exacte, comme je l'ai déjà dit, qu'autant que le sol où se sont allumés les volcans, auroit seul donné naissance à tous

leurs produits ; et que les roches existantes dans le sein de la terre, auroient fourni seules les matériaux dont se composent les laves. Je sais que c'est ainsi que pensent des naturalistes qui adoptent le système ordinaire de volcanisation : pour moi, je suis bien loin de partager leur opinion. Je crois sans doute que les roches primitives, modifiées par les agens volcaniques, peuvent produire et produisent réellement des laves; mais je crois aussi que les eaux et les diverses substances gazeuses qui affluent dans le foyer des volcans, en produisent beaucoup : (voyez ma lettre V^e.). Ainsi, quoique les matières rejetées par les volcans soient immenses, il ne faut pas conclure de cela que les excavations le soient. Je suis même convaincu qu'elles doivent être peu considérables : je ne doute nullement que la plus grande partie des matériaux dont se composent les laves, ne soit fournie par les eaux et par les substances gazeuses qui affluent dans le foyer des volcans. Vous jugez par conséquent que ces excavations ne peuvent pas nuire à la solidité du sol. Les piliers sur lesquels sont portées les voûtes souterraines étant très-rapprochés, la base sur laquelle repose le sol, n'en est au contraire que plus affermie : et si une commotion forte, imprimée au sol par une cause quelconque, vient à produire un écroulement, on ne verra point se former à la surface de la terre des excavations d'une très-grande profondeur : les cavités étant peu considérables, seront bientôt remplies ; et le terrein bouleversé par l'éboulement, occupant plus d'espace, il arrivera quelquefois qu'à peine le niveau de la surface de la terre sera dérangé.

Mais comment se fait-il que les voûtes des fournaux intérieurs des volcans, puissent résister à l'action des

feux ? Peut-être une fois vitrifiées, elles n'ont plus rien à craindre de leur action : notez que cette vitrification ne pourroit jamais avoir lieu que dans une certaine épaisseur du sol : et bien loin de rien diminuer de la solidité du sol, elle y ajouteroit au contraire ; (voyez mes Observations, page 84 et suiv.). Peut-être ces feux, que je préfère désigner sous le nom d'agens volcaniques, n'exercent leur action sur les substances minérales, qu'autant qu'ils se trouvent mêlés ou combinés avec d'autres substances, telles que des substances aqueuses ou gazeuses, qui ne s'élèvent jamais jusqu'aux voûtes de ces excavations intérieures. Tout dit que leur mode d'action est différent du mode d'agir de nos feux ordinaires. Quel est leur mode d'action ? C'est ce que nous ignorons : nous ne pouvons sur cet objet que hasarder des conjectures : (voyez mes Observ. pag. 58, 63 et suiv.).

LETTRE XL.

L'OBJECTION contre le système de volcanisation que j'adopte, Monsieur, empruntée de l'immensité des produits des volcans, que M. Patrin regarde comme triomphante, et que je crois avoir démontré être bien peu solide, milite beaucoup contre son système. La raison libre de tout préjugé se refuse à croire qu'elles puissent être produites par la seule condensation des substances gazeuses, comme il le veut. Quelles quantités de substances gazeuses faudroit-il donc ? (voyez mes Obser-

vations, page 41 et suiv.). Cette opinion est d'autant plus invraisemblable que tout annonce que toutes ces matières volcaniques ont été produites dans un espace de temps qui n'a pas dû être bien long. Dans mon système, je fais concourir, pour la production des matières volcaniques, trois agens principaux, les substances terreuses, aqueuses et gazeuses : on conçoit alors comment de grandes quantités de matières peuvent être produites. D'ailleurs, dans le système de M. Patrin, les produits immenses des volcans, particulièrement formés aux dépens du fluide métallifère qui émane du soleil, accroîtroient considérablement la masse et la pesanteur de la terre, et opéreroient indubitablement un changement dans le système planétaire : (voyez mes Observations, pag. 39 et suiv.). Il n'en est pas ainsi dans mon système, parce que les substances qui donnent naissance aux produits volcaniques, sont des substances terrestres.

J'ai déjà remarqué, dans ma Ve. lettre, qu'il étoit inutile de faire intervenir ce fluide métallifère pour la production des laves; c'est multiplier les agens sans nécessité; c'est entraver, rendre impossible la marche de son système. En supposant que les laves fussent uniquement produites par la concrétion des fluides aériformes, les substances gazeuses terrestres connues, sont suffisantes pour les produire. Je suis même convaincu qu'un très-petit nombre de ces substances peut donner naissance à toutes les substances minérales existantes dans la nature. Quoiqu'elles offrent entre elles des différences infinies, leurs élémens constitutifs sont peu nombreux. Des expériences faites par l'immortel Guyton de Morveaux, à qui la science et l'humanité ont de si grandes

obligations, portent à croire que les terres et les alcalis doivent leur origine au carbone, à l'azote et à l'hydrogène. Quoique la chimie n'ait pas pu décomposer encore le carbone, il ne paroît nullement douteux qu'il ne soit le résultat de l'aggrégation de substances gazeuses. Ce n'est pas ici le lieu d'entrer dans des détails sur son mode de formation. Et une instruction bien importante que nous recueillons des expériences si intéressantes et si belles de Guyton de Morveaux, c'est que le mode de combinaison et les proportions des substances gazeuses combinées, déterminent la diverse nature des substances minérales. La chaux, la magnésie, la soude, la potasse, se composent des mêmes élémens; elles ne sont distinguées entre elles que par les diverses proportions de leurs principes constituans.

M. Patrin n'a sans doute appelé à son secours ce fluide métallifère, que parce qu'il étoit embarrassé pour trouver le mode de production des substances métalliques existantes dans les laves : mais les mêmes substances qui sont capables de produire les substances terreuses, sont sans doute capables de produire les substances métalliques. Qui ignore que nos célèbres chimistes regardent les terres comme des oxides métalliques? M. Patrin sait aussi qu'ils croient que l'acide muriatique contient un principe métallisant; qu'il est abondamment répandu dans la nature, puisque partout on trouve des quantités immenses de substances dont il est un des principes générateurs; qu'il se produit instantanément, car ces substances se renouvellent sans cesse. Pourquoi, quand on a à sa disposition un fluide de cette nature, de l'existence et des propriétés duquel il est impossible de douter; pourquoi, dis-je, faire inter-

venir un fluide dont l'existence et les propriétés sont si douteuses; dont le concours est entièrement inutile, et qui ne sert qu'à multiplier les difficultés qui peuvent s'élever contre le système ? Plus on médite sur les volcans, plus vivement on sent, comme je l'ai déjà dit, que l'acide muriatique y joue le plus grand rôle. Telle est aussi l'opinion de M. Patrin.

Non-seulement dans son système, je ne conçois pas comment peuvent se former ces quantités immenses de matières que les volcans rejettent; je ne conçois même pas comment peut se former une grande coulée, comme quelqu'une de celles qui existent au Cantal et aux monts d'Or, qui ont jusqu'à 7, 8, 9, 10, 11, 12 lieues de longueur, sur une largeur et une profondeur souvent considérables. Pour qu'elle se forme, il faut au moins que la plus grande partie de la matière dont elle doit se composer, soit dans un état de fluidité, lorsqu'elle commence à couler; et il est facile de voir qu'il en faut des quantités considérables, pour donner naissance à une grande coulée : je dis seulement, la plus grande partie, parce qu'il peut se faire que dans le temps qu'elle s'épanchera hors du cratère, il s'en formera d'autre. Mais il est certain qu'au moins la plus grande quantité de cette matière doit être formée, être dans un état de fluidité, lorsqu'elle commence à se répandre au dehors. Ceux qui ont observé les volcans en activité disent, qu'avant son épanchement on la voit se balancer, s'agiter, bouillonner; on la voit comme essayer ses forces dans le cratère, s'élever par bonds impétueux jusqu'à ses bords, puis s'affaiser, disparoître, s'engloutir dans les gouffres du volcan, se relever avec une nouvelle furie, remplir de nouveau la capacité du

cratère : on la voit enfin après bien des mouvemens divers d'ondulation, après s'être bien tourmentée; on la voit s'épancher à grands flots, et à flots continus. Et ce torrent non-interrompu de lave enflammée dure souvent plusieurs jours et quelquefois des mois entiers. Il est bien évident que ces matières volcaniques ne se produisent pas instantanément avant leur épanchement; elles se sont montrées en masses immenses dans le volcan. D'ailleurs si elles ne se formoient qu'à fur et mesure qu'elles se déversent, couleroient-elles à flots si considérables? Il faudroit vouloir se faire illusion, pour croire que des substances minérales qui doivent leur naissance à la condensation, à la solidification de substances gazeuses, puissent être produites en si grandes quantités, si simultanément et si continument. La marche de la nature n'est pas si précipitée; ses opérations sont lentes et graduées. Or dans le système de M. Patrin, ces grands amas de lave préexistans avant l'écoulement sont impossibles : comment pourroient-ils exister? M. Patrin n'admet que de légères scissures dans les roches schisteuses, où s'opèrent les phénomènes des volcans. Ce n'est pas dans les cratères que des amas aussi immenses de matière volcanique pourroient être contenus : les cratères seroient insuffisans pour les contenir. D'ailleurs, avant son épanchement, on la voit quelquefois disparoître entièrement du cratère, et comme s'engloutir dans des gouffres souterrains plus profonds que la base du cratère. Tout annonce donc qu'il existe dans les entrailles de la terre des excavations plus ou moins profondes, dans lesquelles se préparent, s'élaborent les matières volcaniques. Ce qui le prouve encore d'une manière, j'ose dire, évidente,

c'est que la coulée de lave s'épanche quelquefois par la base du cratère. Ce n'est donc pas dans le cratère que la lave est alors contenue : elle ne peut l'être que dans des excavations existantes dans les entrailles de la terre. Il me paroît bien difficile que M. Patrin puisse répondre d'une manière satisfaisante à cette observation.

M. Patrin pense que la manière dont s'alimentent les sources, est la même que celle dont s'alimentent les volcans; et que les coulées de lave se forment, comme se forment pendant l'hiver, dans les hautes montagnes, des coulées de glace. Quoique l'eau puisse être le résultat de la combinaison de l'oxigène et de l'hydrogène; et qu'il soit très-vraisemblable que la nature en compose de cette manière dans ses laboratoires, je suis cependant bien loin de croire qu'elle alimente les sources, en combinant des gaz. Tout dit qu'elle les produit et les nourrit, en condensant l'eau qui s'élève en vapeurs: et des physiciens ont calculé qu'elle est plus que suffisante pour entretenir toutes les sources : (voyez mes Observations, pag. 5 et suiv. des notes). Je conçois que des combinaisons gazeuses peuvent donner naissance à de petites sources, comme dans le volcan de Stromboli : mais je ne concevrai pas plus que des sources abondantes sont produites par des gaz combinés, que je conçois que des volcans s'alimentent par de pareilles combinaisons, et donnent ainsi naissance à d'immenses déjections : tandis que je conçois fort bien que des sources peuvent être produites par l'eau qui s'élève en vapeurs : et les hommes les moins versés dans la physique peuvent aisément comprendre le mécanisme de ce phénomène. Les coulées de glace qui dans les hautes montagnes se forment pendant l'hiver, auxquelles

M. Patrin compare les coulées de lave, ne sont pas par conséquent produites par des gaz combinés ; puisque l'eau dont se composent ces coulées, est produite par la condensation de l'eau réduite en vapeurs. Ainsi si l'on vouloit presser ces diverses comparaisons de M. Patrin, on en tireroit des inductions contraires à son système : car on pourroit dire que de même que les sources sont, au moins en partie, alimentées par l'eau qui a été vaporisée, les déjections des volcans sont également, au moins en partie, produites par des substances minérales préexistantes. Telle est aussi, je crois, la marche de la nature. Il est encore vraisemblable que ce sont les matières minérales préexistantes qui déterminent particulièrement la réduction des substances gazeuses et aqueuses en substances minérales solides, et qui par le simple jeu des affinités, les convertissent en substances minérales de la même nature qu'elles, et leur impriment les formes qui les caractérisent. C'est pour cela que j'ai cherché à déterminer quelles sont les roches primitives qui ont servi comme de matrice aux laves : (voyez ma lettre XXXIe.).

Le mode de formation d'une coulée de lave vitreuse, me paroît encore beaucoup plus difficile à concevoir dans le système de M. Patrin, que le mode de formation de toute autre coulée : on conçoit dans ce système que des laves vitreuses isolées puissent se former; mais encore une fois je ne conçois pas comment des coulées de lave vitreuse peuvent être produites. Pour opérer la vitrification de toutes les matières dont se compose une grande coulée, il faut que les feux volcaniques exercent sur ces diverses substances une action longue et continue : le calorique résultant de la condensation des

substances gazeuses, ne me paroît pas capable de produire un pareil effet. Son intensité ne seroit point assez grande.

Une autre chose que je ne conçois pas dans le système de M. Patrin, c'est qu'il puisse se former un cratère. Son mode de formation est facile à comprendre dans le système ordinaire de volcanisation : des matières projetées du sein de la terre, en s'ouvrant un passage à sa surface, doivent se déverser à peu près également dans tout le pourtour de l'excavation qui a été faite, à cause de l'uniformité de résistance que l'air oppose. Mais il n'en est pas ainsi dans le système de M. Patrin : aucune explosion souterraine n'a lieu; les laves se forment à la surface de la terre, parce qu'elles ne sont que le résultat des diverses combinaisons avec l'air des substances gazeuses, circulantes dans les scissures des schistes. On conçoit dans ce système, que des laves peuvent s'amonceler en tas plus ou moins grands, dans le lieu où se produiront ces combinaisons; mais il me paroît difficile de concevoir qu'il puisse se former un cratère, ayant surtout des formes bien régulières; comme les ont presque tous les cratères. Les substances gazeuses, en s'échappant des scissures, pourront, si elles ont assez de force, soulever et rejeter à des distances plus ou moins grandes, les laves formées; mais ces projections ne peuvent donner naissance qu'à des amoncélemens entièrement informes. Il est des réflexions qu'il suffit d'énoncer : des détails seroient inutiles, parce qu'il est très-facile de voir combien elles sont vraies.

Il est encore d'autres accidens qu'offrent les volcans, qui paroissent ne pas trouver une explication facile dans le système de M. Patrin. Les coulées sont ordinairement

précédées ou suivies; et quelquefois précédées et accompagnées de déjections de laves poreuses et de scories. Dans le système ordinaire, ces effets peuvent s'expliquer: les substances les plus légères doivent nécessairement surnager sur la matière volcanique; étant plus exposées à l'action des feux qui s'échappent, elles doivent être plus fortement torréfiées, et par conséquent être changés en laves poreuses et scorifiées. Il n'est donc nullement étonnant que des déjections de pareilles laves précèdent les coulées. Il n'est pas étonnant non plus qu'elles les accompagnent: quoique les matières dont se forme la coulée aient été vomies par le volcan, il en reste cependant encore dans ses gouffres: étant isolées, elles sont plus soumises à l'action de ses feux. Les substances gazeuses pouvant se livrer à toute leur expansion, ne peuvent que les diviser par fragmens plus ou moins petits. Ainsi, après les coulées, se forment dans les volcans les laves poreuses et les scories. Dans le système de M. Patrin, je ne crois pas qu'on puisse expliquer, d'une manière satisfaisante, le mode de formation de ces laves, avant et après les coulées. Je supprime tous les détails, parce que si je voulois entrer dans tous ceux qu'exigeroit le développement de ces idées, je ne finirois pas.

Dans les volcans, on n'entend guère de bruit souterrain, qu'au moment presque des déjections des laves. Dans le système ordinaire cela se conçoit; mais dans le système de M. Patrin, il paroîtroit que sans cesse, pour ainsi dire, de pareils bruits devroient se faire entendre. Les laves ne sont que le résultat de la condensation de substances gazeuses: or ces substances peuvent-elles se solidifier, sans produire dans l'air des commotions plus ou moins violentes?

Je pourrois encore proposer d'autres difficultés contre le système de M. Patrin; mais ce seroit dépasser les bornes que je me suis prescrites : il est inutile aussi que je rappelle celles que je lui ai opposées dans mes Observations. Plus je médite ce système, plus je le trouve ingénieux, savant et digne de la réputation de son célèbre auteur : je me suis plu, dans l'ouvrage cité, à lui rendre l'hommage qu'il mérite : (voyez p. 37 et suiv.). Prévenu en faveur de ce système, je voudrois qu'il fût vrai : voilà pourquoi j'aime à exposer mes doutes, afin qu'ils puissent être éclaircis, et que la conviction s'opère en moi. L'auteur du système est trop grand, trop ami de la science, et trop profondément instruit, pour craindre de lui déplaire en lui proposant ses difficultés : l'homme véritablement savant, à qui l'étude de la nature est sincèrement cher, comme M. Patrin, aime par dessus tout la vérité : et les systèmes qu'il enfante n'ont de prix à ses yeux, qu'autant qu'il les croit avoués par elle; et qu'il les regarde comme propres à la faire connoître et à la faire triompher : si elle se cache à ses regards, il désire qu'on la lui dévoile. Le solide amour de la science est inséparable de l'amour de la vérité.

M. Patrin, article *Volcan*, pag. 428, dans le dictionnaire d'histoire naturelle, édition de M. Déterville, dit, en parlant de mon ouvrage : *L'estimable auteur des Observations sur les volcans de l'Auvergne, M. Lacoste, de Plaisance, qui paroît avoir fait de ma théorie l'objet de ses méditations, en parle de la manière la plus flatteuse; il me reproche, il est vrai, d'avoir trop multiplié les agens que je mets en œuvre.* Comme cette objection que j'ai faite véritablement à M. Patrin, et

qui me paroît fondée, (voyez mes Observ., pag. 38), est la seule dont il fait mention, on pourroit croire que c'est réellement la seule que je lui ai opposée; cependant j'ai élevé contre son système beaucoup d'autres difficultés, et qui me paroissent peu aisées à résoudre : (voyez mes Observ., pag. 38 et suiv.). Il ne dit rien non plus des solutions que j'ai données aux objections qu'il fait contre le système de volcanisation que je défends : néanmoins j'ai répondu aux principales difficultés qu'il oppose; et ces réponses me semblent satisfaisantes: (voyez mes Observations, pag. 60 et suiv.). Le système de M. Patrin n'obtiendra l'assentiment général, qu'autant qu'il résoudra toutes les difficultés qui lui sont opposées, et qu'il rendra insolubles les objections qu'il fait contre l'autre système: (voyez ma Ire. lettre). La vérité, pour mériter nos hommages, ne doit être enveloppée d'aucun nuage; elle doit briller de la lumière la plus pure; rien ne doit l'obscurcir.

De ce que je vous ai dit dans cette lettre, il ne faudroit pas conclure que le système de M. Patrin ne fait naître que des difficultés : je me plais à répéter ce que j'ai déjà dit dans mes Observations, (voyez pag. 37) : qu'il est des phénomènes des volcans qui sont le désespoir des autres systèmes, et qui sont le triomphe de celui de M. Patrin, tant les explications qu'il en donne sont naturelles, simples et satisfaisantes; et tant celles qu'en donnent les autres contentent peu la raison. Vous jugez bien que ce n'est pas ici le lieu d'entrer là-dessus dans aucun détail. Si le système de M. Patrin offre des difficultés, j'avoue avec la même franchise que celui que j'adopte, en offre aussi. J'ai dit et je répète qu'il étoit peut-être loin d'être vrai; que des phénomènes

des volcans n'y trouvoient point une explication satisfaisante : mais malgré ses invraisemblances, il me paroît le plus vraisemblable : (voyez mes Observations, pag. 47 et suiv.). J'ai dit et je répète que la cause qui produit les volcans nous est peut-être encore inconnue; et qu'elle semble être un des secrets dont la nature s'est réservé la connoissance : (voyez mes Observations, pag. 30).

Il est d'autres systèmes inventés pour expliquer les phénomènes des volcans : mais ils contentent si peu la raison, que j'ai cru inutile d'insister sur les preuves qui déposent contre eux : (voyez mes Observations, pag. 31 et suiv.). Il n'y a que deux systèmes qui puissent être soutenus; le système ordinaire, modifié peut-être tel qu'il l'est dans mes Observations; et celui de M. Patrin.

LETTRE XLI.

IL est, Monsieur, d'autres rapports sous lesquels peuvent être comparées les trois chaînes volcaniques de l'Auvergne : désireux de mettre fin à mes lettres, qui ne sont que trop multipliées, je ne comparerai ces chaînes que sous le rapport de la hauteur de leurs montagnes, de leurs vallons et de leurs eaux. Dans l'étude géologique d'un pays, ce sont particulièrement ces rapports d'ensemble, qu'il importe d'observer; parce qu'assurément ils ne sont que le résultat des opérations de quelque cause générale, à laquelle par conséquent ils se

rattachent. Les liens qui unissent cette cause et ces effets peuvent nous être cachés encore : mais ils n'en existent pas moins. Celui à qui la science de la nature est chère, doit tendre sans cesse à les découvrir ; et il n'a guère espérance d'y réussir, qu'en rassemblant beaucoup de faits, et en les comparant entre eux.

Les roches volcaniques du Cantal sont un peu moins élevées que celles des monts d'Or : mais la différence est peu considérable. D'après les mesures que j'ai prises à l'aide du baromètre, elle ne seroit que de 62 mètres (31 t.). D'autres naturalistes assurent qu'elle est de 108 mètres (54 toises). Je donne au mont d'Or qui est la montagne la plus élevée des monts d'Or, 2066 mètres (1033 toises); d'autres lui donnent 2096 mètres (1048 toises). Le Plomb du Cantal, qui est la roche la plus haute de cette chaîne, a d'après mes mesures 2004 mètres (1002 toises). D'autres lui donnent 1988 mètres (994 toises). Vous savez que quelques précautions que l'on prenne, quelques calculs que l'on fasse, on ne peut jamais avec le seul secours du baromètre, mesurer d'une manière mathématique la hauteur des montagnes ; et qu'on ne peut la mesurer qu'approximativement. Encore si on pouvoit prendre souvent de pareilles mesures par des temps divers, et en comparer les résultats entre eux, on pourroit peut-être se flatter d'approcher de la vérité : mais le naturaliste qui voyage, et qui est toujours pressé par le temps, peut-il le faire? Non, sans doute.

Quoique les roches volcaniques du Cantal soient maintenant moins élevées que celles des monts d'Or ; tout porte à croire que primitivement elles l'ont été davantage : quoi qu'il en soit, les roches granitiques du Cantal préexistantes à l'inflammation des volcans, et

subsistantes encore, sont un peu plus hautes que les roches de même nature des monts d'Or; la différence m'a paru être de 90 mètres (45 toises).

Les roches volcaniques et les roches granitiques des monts Dôme sont les moins élevées de toutes : le Puy-de-Dôme, qui est la roche volcanique la plus élevée de cette chaîne, a d'après mes mesures 1596 mètres (798 toises); et 1640 mètres (820 toises), d'après les mesures d'autres naturalistes. Les roches granitiques de cette chaîne ont 420 mètres (210 toises), de moins que le Puy-de-Dôme: la plus élevée a 1176 mètres (588 toises).

Les eaux qui prennent leur source au Cantal, me paroissent plus abondantes que celles auxquelles donnent naissance les monts d'Or: celles-ci forment cependant une rivière plus considérable, qui est la Dordogne. Les rivières qui naissent de ces montagnes, ne sont souvent à leur source que de petits filets d'eau. Ainsi que celles des monts d'Or les eaux du Cantal se versent vers tous les points de l'horizon. Elles coulent néanmoins plus abondamment du nord au sud et de l'est à l'ouest: quelquefois après s'être dirigées vers un point de l'horizon, elles se portent vers un autre. Les rivières des deux chaînes se réunissent la plupart dans le même lit. Les eaux qui prennent leur source aux monts Dôme sont très-peu abondantes : elles se répandent assez ordinairement vers l'est, le nord et l'ouest; rarement vers le sud. Presque toujours on les voit jaillir à l'extrémité de quelque coulée de volcan moderne. La lave qui s'est emparée de leur lit produit cet accident.

Les pics volcaniques sont plus nombreux au Cantal qu'aux monts d'Or : ces pics ne sont que des fragmens de coulées volcaniques. Ils peuvent être produits ou par l'é-

rosion des eaux; ou par un plus grand amoncellement de produits volcaniques dans ces lieux-là; ou par une explosion souterraine qui a soulevé le sol sur lequel reposoit cette roche. Aux monts Dôme les roches volcaniques sont presque toutes des cratères : quelques-unes cependant doivent leur naissance à des explosions souterraines. Aucun pic n'y a été produit par l'érosion des eaux.

Au Cantal, le nombre des vallons est plus grand qu'aux monts d'Or : en général, ils y sont plus larges, moins sinueux, plus profonds : ces divers accidens dérivent les uns des autres, et tiennent à la même cause. Le nombre, la largeur, la profondeur, la droiture d'alignement des lits de rivières, sont presque toujours en rapport avec les quantités d'eaux qui prennent leur source dans les chaînes des montagnes. Les vallons creusés dans la chaîne des monts Dôme sont peu nombreux et peu considérables.

Les plus intéressans pour le naturaliste, dans la chaîne du Cantal, sont ceux de St.-Saturnin, de St.-Bonnet, de Condat, de Lugarde, de Marchastel, de Cheylade, d'Apchon, de Colandre, de Riom-es-montagnes, de Vande, du Falgoux, de Recusset, de St.-Paul, de Fontanges, de St.-Chamand, de Faussange, de la Bastide, de St.-Martin-Valmeroux, d'Aurillac, de Dégoul, de Vic, de Sère, de Thiézat, de St. Jacques-des-Blas, des Gardes, du Liorant, de Fraisse, de Murat, de St.-Flour, de Roffiat, de Dienne, d'Allanche, etc. J'ai eu le plaisir de parcourir le vallon de Cheylade avec M[de]. de Duranquet, qui cultive avec succès la charmante science de la botanique; celui de Faussange et de St.-Chamand, avec MM. de Vernière, d'Anglar et Cabane d'Autrière;

celui de Dégoul, avec M. de Murat Desistrière, connu par ses ouvrages, et par son amour pour l'agriculture.

Les vallons les plus intéressans, dans la chaîne des monts d'Or, sont ceux de Saint-Bonnet, d'Orcival, de Rochefort, du Trador, de Vandé, du mont d'Or, de St.-Sauve, de Cingle, de St.-Pardoux, de Chastreix, de Picherande, d'Église-Neuve, de Compein, de Bosbelex, de Besse, de Coteuge, de St.-Cirgues, de Chaudefour, de Murol, de Nécher, etc. etc. etc.

Les vallons les plus intéressans de la chaîne des monts Dôme, sont ceux de Nonan ou Nohanen, de Blanzat, de Volvic, de Mazayes, de Ceyssat, d'Alagnat, de Royat, de Villard, de Beaumont, de Romagnat, de Chanonat, de St.-Amand, etc. etc. etc. Il est dans cette chaîne des vallons qui ont été creusés par les eaux qui descendent des monts d'Or : je ne fais point mention de ceux-ci.

Il est à remarqueur que quoique je distingue et que l'on distingue toujours en Auvergne trois chaînes de montagnes, elles communiquent cependant entre elles par de nombreux rameaux ; de sorte qu'il seroit peut-être impossible de fixer, d'une manière précise, les limites qui séparent les unes des autres : et il est tels et tels endroits sur leurs confins, qu'on ne sait à laquelle d'elles rapporter. Il seroit par conséquent peut-être vrai de dire que les trois chaînes n'en composent qu'une seule, qui étend plus ou moins loin ses ramifications vers les différentes parties de l'horizon.

Presque tous les vallons que je vous ai nommés donnent de grandes instructions sur la géologie du pays, et offrent quelque accident curieux. Il en est, comme ceux de Fraisse, d'Aurillac, de Fontange, de Rochefort, etc., dans lesquels on trouve des sapins très-gros, de 6

à 8 décimètres (3 ou 4 pieds) de diamètre, ensevelis sous des dépôts fluviatiles, dont la nature varie; à des profondeurs plus ou moins considérables; réduits dans quelques-unes de leurs parties à l'état de carbone; dans d'autres à l'état de jayet: et dans d'autres la décomposition commence à peine. On m'a dit que l'on avoit vu des parties de ces arbres à l'état de succin: malgré toutes les recherches que j'ai faites, je n'ai pas pu y en découvrir. J'avoue même que j'ai peine à croire qu'ils en renferment. Tout dit que cette singulière substance, quel que soit son mode originel de formation, a besoin d'être modifiée par les eaux de la mer, et particulièrement par l'acide muriatique: et si on ne rencontroit dans son intérieur des insectes, j'aurois été porté à croire qu'il n'étoit que du jayet modifié par l'acide muriatique. Vous connoissez l'opinion de M. Patrin, qui veut qu'il doive son origine à du miel modifié par le temps, les acides minéraux, les sels et le bitume des eaux de la mer. Les autres naturalistes pensent qu'il provient d'un bitume ou d'un suc gommeux ou résineux, imprégné de vapeurs minérales et salines.

Comment a été produite la carbonisation de ces arbres? Elle est due à leur combinaison avec l'oxigène, qui paroît avoir été fourni, non par l'air atmosphérique, mais par l'eau en décomposition. Vous n'ignorez pas que l'oxigène, ainsi que l'hydrogène, sont ses élémens constitutifs. Le sol dans lequel ces arbres sont gissans, est toujours un peu humecté par de légères infiltrations d'eau. Je ne crois pas que dans un terrain parfaitement sec, leur carbonisation eût pu avoir lieu. Ils n'auroient pas eu à leur disposition l'oxigène nécessaire. Je ne pense pas non plus qu'elle eût pu s'opérer, si le sol eût été très-aqueux; ils se seroient pourris, ils se

seroient entièrement décomposés : et tout annonce que pour qu'elle se carbonise, la fibre végétale ne doit tout au plus avoir éprouvé qu'une très-légère altération.

Les parties réduites à l'état de jayet, paroissent tout d'abord avoir été carbonisées : elles sont partout environnées de parties qui le sont. On passe de celles-ci aux autres par des nuances insensibles. Il est par conséquent à présumer que la réduction d'un végétal, à l'état de jayet, suppose préalablement sa carbonisation : et peut-être sa transformation s'opère, parce qu'il se combine avec l'hydrogène et une plus grande quantité d'oxigène. De ces diverses combinaisons résulte une espèce de substance bitumineuse solide modifiée par le végétal : et le jayet n'est autre chose, à mes yeux. Le carbone, l'oxigène et l'hydrogène, combinés ensemble dans d'exactes proportions, produisent, comme vous savez, une substance huileuse qui, combinée à son tour avec une matière minérale, produira du bitume qui sera solide ou liquide, suivant les quantités plus ou moins grandes d'oxigène combiné avec lui. Vous concevez par conséquent que le jayet peut offrir beaucoup de différences, empruntées de la nature du végétal qui lui servira comme de matrice. Des substances bitumineuses seules, quelque solides qu'elles puissent être, ne constitueront jamais du véritable jayet : il se distinguera toujours de l'asphalte, qui paroît avoir avec lui les plus grands traits de conformité. D'après ce que j'ai dit, vous devez juger qu'il n'est nullement étonnant que l'on reconnoisse quelquefois dans le jayet le tissu végétal : mais la fibre peut par quelques accidens particuliers être si oblitérée, qu'elle n'aura laissé aucune empreinte. Peut-être seroit-il possible aux hommes d'imiter le travail de la nature ? On diroit qu'elle s'est plue à nous faire con-

noître son mode de manipulation, afin que nous pussions, ainsi qu'elle, produire cette substance qui est précieuse dans les arts. Quand les résultats peuvent être importans, tentons toujours des essais. Lorsque les élémens dont les corps se composent sont connus, l'art, en s'armant de patience, peut espérer de les construire. En tourmentant la nature, on lui arrache quelquefois ses secrets.

Fixer l'époque depuis laquelle ces arbres sont gissans dans ces lieux-là, est une chose impossible : ce qu'il y a de certain, c'est qu'elle est postérieure à celle qui a vu brûler les volcans. Ce sont les eaux qui doivent les avoir arrachés de leur sol, charriés dans les lieux où ils se trouvent, et couverts des matières qu'elles entraînoient dans leur cours. Leurs couches concentriques annuelles se détachent les unes des autres. On en trouve dans des endroits, dans lesquels il n'existe pas de sapins : ce qui prouve que les antiques plantations de la nature ont été détruites. Une autre observation à faire, c'est que ces sapins sont bien plus beaux que ceux qui croissent actuellement dans le pays. Comment ne le seroient-ils pas ? Les forêts sont maintenant entièrement dégradées : qu'elles cessent de l'être ; et les sapins de nos jours seront dignes de leurs aïeux. Quel avantage inappréciable cela seroit pour les besoins de nos constructions, et particulièrement pour celles de la marine : (voyez mes Observations, pag. 47 et suiv. des notes).

Il est des vallons, comme celui de Condat, du mont d'Or, etc., dans lesquels on trouve du bois carbonisé par l'effet du contact des substances vomies par les volcans. Vous concevez que du bois recouvert par de la lave même incadesçente ne s'enflammera pas ; qu'il

sera seulement réduit à l'état de charbon. Pour qu'un corps s'enflamme, il faut nécessairement qu'il soit en communication avec l'air : aussi l'art, quand il veut carboniser du bois, le met en tas, et l'entoure de matières qui puissent le défendre de son contact. Ce que le raisonnement apprend, l'expérience le confirme : le célèbre Breislack, dans son très-intéressant Voyage dans la Campanie, dit que, « Si de la lave dans son cours » rencontre un arbre de quelque grosseur, l'enveloppe » et le serre de toutes parts, ses branches prennent feu » et brûlent en partie ; mais le tronc ne brûle ni ne » s'enflamme ; sa surface se charbone. » Le tissu du bois carbonisé volcaniquement se laisse aisément reconnoître : et il est facile de juger que c'est du sapin. Ainsi lorsque les volcans se sont allumés en Auvergne, des sapins y existoient. Tout annonçant que les eaux de la mer n'ont pas fait un long séjour dans ce pays, et que les volcans se sont allumés bientôt après leur retraite, il faut conclure qu'après l'avoir abandonné originellement, elles y ont fait dans la suite une irruption. Comment autrement ces arbres-là auroient-ils pu croître. Ce n'est pas lorsque ce pays étoit sous les eaux de la mer, qu'ils ont pu végéter : ils existoient donc avant qu'elles vinssent le submerger. D'où l'on pourroit conclure encore que l'Auvergne étoit habitée, quand les volcans se sont allumés. L'existence seule des végétaux dans un pays est en général une présomption qu'il y a des habitans. Dans des coulées tufeuses, dans les environs de Murat, j'ai trouvé aussi un gros tronçon de branche de sapin. Ainsi toutes les observations se rattachent les unes aux autres. (Voyez mes lettres IIIe., Xe., XVIe. et XVIIIe.).

Le

Le mode de carbonisation par les produits volcaniques offre, dans ses résultats, des différences avec le mode de carbonisation de ces arbres dont je vous ai parlé; mode de carbonisation que l'on peut dire s'être opéré par la voie humide : et le bois carbonisé par ces deux modes, offre des différences avec celui qui l'est par l'art. Il est curieux de comparer entre eux ces divers produits. Le bois qui a été carbonisé par les volcans se délite par feuillets très-minces. L'accroissement des arbres se fait, comme vous savez, par des couches concentriques plus ou moins épaisses qui se produisent tous les ans, et qui s'emboitent mutuellement : mais les couches annuelles se composent à leur tour de plusieurs couches différentes, formant des réseaux de la plus grande finesse. Ce sont tous ces petits réseaux qui, dans ce bois ainsi carbonisé, se détachent les uns des autres.

Il est des vallons, comme celui de Cheilade, de St.-Cirgue, etc., dans lesquels on trouve du bois pétrifié : son tissu, son mode particulier d'organisation, sont si parfaitement conservés, qu'on peut reconnoître l'espèce originelle de bois : on distingue aisément celui de chêne, de noyer, de sapin. Il seroit même facile, dans les gros tronçons, de compter le nombre des années qu'a vécu l'arbre : les couches concentriques sont très-distinctes les unes des autres; elles offrent encore les mêmes nuances de couleurs qui les caractérisent dans leur état végétal : et ce qu'il y a de plus singulier, c'est qu'on diroit qu'ainsi que la dureté et la compacité du tissu ligneux vont en décroissant du centre à la circonférence, la dureté et la compacité du tissu pierreux suivent la même progression.

Il est de ces bois lapidifiés qui offrent les accidens les

plus étonnans : on y voit les nœuds du bois, produits, comme vous savez, par le croisement et l'entortillement des fibres du végétal : et ces fibres qui se replient en mille sens divers, sont très discernables les unes des autres, ainsi que de la substance parenchimateuse qui les enveloppe. Vous pouvez, si vous voulez, dessiner leurs contours, leurs circonvolutions, leur grandeur, leur texture primitive, leurs altérations particulières. J'oserois presque dire que dans le bois pétrifié on pourroit, peut-être mieux que dans le bois vivant, étudier le mode de conformation de ces nœuds. Dans des bois pétrifiés, vous voyez le lieu de l'insertion des branches ; des tronçons même de branches ; des empreintes de coups de hache. Vous pouvez y suivre la marche des insectes ou de leurs larves qui les ont vermoulus ; qui y ont creusé des canaux, se ramifiant de mille manières différentes, en forme de labyrinthes ; qui s'y sont pratiqué des cellules : leur travail y est empreint en traits frappans et ineffaçables. Eux-mêmes y subsistent par fois encore : et ce qu'il y a à remarquer, c'est que dans leurs alvéoles ils sont libres, ils ne forment pas une masse commune avec les bois lapidifiés. Les écorces y tiennent quelquefois : et lorsqu'elles en ont été détachées, elles ont laissé sur l'aubier l'empreinte de toutes les rugosités qu'offrent les réseaux de leur liber, leurs couches corticales. Vous avez vu des bois écorcés : sans doute vous avez remarqué combien l'aubier qui se trouve immédiatement sous l'écorce, a une surface inégale, que vous diriez mamelonée, bosselée ; inégalités qui proviennent particulièrement des divers degrés de pression que les différentes parties de l'écorce exerçent sur lui. Toutes ces bosselures y sont encore parfaitement dessinées.

La grandeur de ces tronçons de bois pétrifié varie beaucoup. Une observation à faire, c'est qu'on ne les trouve point dans toute sorte de sols : je n'en ai du moins jamais rencontré que dans des roches granitiques décomposées, et dans des sables quartzeux. Une autre observation à faire, c'est que les matières arénacées qui les environnent, ou qui sont en contact avec eux, ne participent pas du tout de la pétrification, ne sont nullement agglutinées. Dans l'étude des phénomènes de la nature, tout est à observer.

Les causes de la pétrification du bois sont peut-être encore peu connues : ce qu'il y a de vrai, c'est que la raison n'est pas pleinement satisfaite des systèmes imaginés pour expliquer ce singulier phénomène de la nature, que vous trouvez d'autant plus étonnant que vous cherchez à l'approfondir davantage. Il paroît évident que ce n'est pas à l'infiltration des sucs lapidifiques qu'il doit être attribué : pour si peu que l'on réfléchisse, on sent qu'il est de toute impossibilité que les divers accidens que la pétrification nous offre eussent lieu, si elle étoit produite par une pareille cause. Expliquera-t-on jamais alors, comment y subsistent libres les vers et les insectes qui les ont rongés ; les traces de leur travail ; les alvéoles qu'ils ont formées ; les traits de l'organisation végétale ; comment les substances environnantes ne sont pas lapidifiées ; etc. etc. etc. Je supprime tous les détails, parce qu'ils seroient trop longs.

Le système de M. Patrin, qui attribue la pétrification à la condensation des substances gazeuses, combinées avec les élémens des corps, est sans nul doute le plus vraisemblable. Il laisse quelque chose à désirer ; mais le plus grand nombre des phénomènes que présente la

pétrification, y trouvent une explication facile et satisfaisante. Il m'est impossible de donner à ces idées les développemens qu'elles pourroient exiger : je suis trop pressé par le temps ; ils s'offrent d'ailleurs naturellement à l'aspect de celui qui sait réfléchir. Je me plais à remarquer que les systèmes de M. Patrin présentent toujours des idées grandes et neuves ; et qu'ils ont fait faire un grand pas à la géologie. Il m'est toujours bien doux de payer un juste tribut d'éloge au génie et à la science.

Il est de ces vallons, comme celui de Vende, de Cingle, etc., dans lesquels on trouve du charbon de terre. Dans mes Observations, j'ai parlé des mines de houille de l'Auvergne ; de leur mode de formation ; des divers accidens qu'elles offroient ; de leur exploitation ; des avantages qu'elles peuvent apporter à ce pays ; des admirables précautions que la nature a prises pour leur conservation ; etc. (Voyez pag. 19 et suiv. des notes). Je ne reviendrai point par conséquent sur ces objets. J'ajouterai seulement que plus on médite le système de M. Patrin sur l'existence des houilles, plus on le trouve probable. On peut sans doute opposer des difficultés contre ce système : mais quel est celui qui n'ait pas, si j'ose m'exprimer ainsi, son côté foible. Il est des opérations de la nature qui présentent tant d'accidens divers, qu'elles sont extraordinairement difficiles à expliquer ; peu le sont autant que son mode de manipulation de la houille. Dans tous ses travaux, elle paroît aimer à s'envelopper d'un voile mystérieux ; mais surtout lorsque dans ses vastes laboratoires elle produit cette singulière substance minérale, dont l'existence annonce d'une manière si sublime l'infinie prévoyance de son

éternel auteur pour nos besoins, et l'admirable coordonation de toutes les parties de l'univers : (voyez mes Observations, pag. 27 et suiv. des notes). Quoique je pense que des mines de houille puissent être produites par des déjections des volcans, je ne crois pas cependant que ce soit leur seul mode de formation : tout dit aussi qu'elles peuvent devoir leur origine aux matières huileuses formées par les substances animales en décomposition : (voyez mes Observations, pag. 19 et suiv. des notes).

LETTRE XLII.

PARMI ces vallons il en est, Monsieur, que j'appelle anciens, qui sont préexistans à l'inflammation des volcans : il en est d'autres au contraire que j'appelle modernes, qui ont été creusés depuis cette époque : (voyez mes lettres XVIIIe. et XXIXe.). Les distinguer les uns des autres n'est pas toujours chose facile : en général les vallons qui ont été comblés par des coulées basaltiques, dans lesquelles les eaux fluviatiles se sont frayé de nouveau un passage, sont des vallons anciens. Les vallons anciens sont ordinairement plus larges; les angles rentrans et saillans y sont moins prononcés : quelquefois même ils ne se manifestent pas du tout. Assez souvent des amas plus ou moins considérables de substances d'une nature différente de celles dont se composent les roches dans lesquelles ils sont creusés, s'y laissent apercevoir. Ces amas sont des dépôts des

eaux de la mer. Ceux qui présentent des accidens contraires, sont presque toujours des vallons modernes.

On ne peut pas douter, ce me semble, que ces vallons modernes n'aient été en général creusés par les eaux : peut-on autrement expliquer comment se sont formés les angles saillans et rentrans que l'on y remarque; comment les couches minérales sont communément correspondantes dans les parties opposées des vallons; comment leur grandeur est en rapport avec les quantités d'eaux qui y coulent; comment ils communiquent les uns avec les autres; comment le vallon principal va en s'aggrandissant à mesure que le nombre de vallons secondaires qui y aboutissent s'accroît, et que la quantité d'eau qu'il reçoit s'augmente par conséquent? Ici je ne puis qu'indiquer ces idées. Pour si peu qu'on les approfondisse, pour si peu que l'on réfléchisse, on demeure entièrement convaincu que les vallons sont l'ouvrage des eaux. Eh! si ce ne sont les eaux qui ont creusé les vallons, quels sont donc ces agens qui les ont creusés? Est-ce à quelque affaissement fortuit du sol dans toute l'étendue du cours de ces eaux fluviatiles, qu'ils doivent être attribués? Mais quelle seroit la cause qui auroit pu produire sans aucune discontinuité un pareil affaissement dans une étendue de terrein peu considérable ordinairement en largeur, mais communément considérable en longueur? Quelle seroit la cause qui auroit pu partout le produire précisément où il se trouvoit nécessaire, et le proportionner avec la masse des eaux qui devoient couler dans ces lieux? Diroit-on que c'est à des commotions volcaniques qu'est dû un pareil affaissement? On ne conçoit pas davantage qu'un pareil effet puisse être produit par une

telle cause. D'ailleurs les commotions volcaniques sont des circonstances locales, qui ne se font ressentir que dans les lieux où des volcans sont allumés : mais n'est-il pas des vallons creusés dans des endroits où il n'existe aucun vestige de volcan, et où jamais aucune commotion volcanique n'a été éprouvée ? Puis pour qu'un pareil affaissement eût lieu, quelle que fut la cause qui le produisit, il faudroit que dans toute la direction du vallon il eût existé dans les entrailles de la terre des excavations qui eussent eu exactement les mêmes dimensions qu'offrent les vallons ; et que dans toute l'étendue de ce vallon l'écroulement eût lieu simultanément. Mais ces excavations, quel agent les auroit formées ? Quel agent encore auroit produit un pareil écroulement ? La supposition de l'affaissement du sol dans lequel existent les vallons, n'est donc qu'une supposition gratuite, et invraisemblable.

Dans les sols volcaniques, des excavations peuvent être produites par de fortes secousses que les volcans auront imprimées : et ces excavations formeront, si vous voulez, de petits vallons, ou pour mieux dire, des fractions de vallons. De pareilles fractions de vallons pourront encore être produites par un tremblement de terre, qui entr'ouvrira un sol, de manière à y frayer aux eaux un passage. Des eaux existantes dans le sein de la terre peuvent aussi donner lieu à des affaissemens de sol, à des fractions de vallon : mais ces accidens, qui sont toujours locaux, ne peuvent pas creuser un lit à une rivière dans toute l'étendue de son cours, qui se prolonge quelquefois à de grandes distances : et c'est le sens que dans la discussion de cette question l'on attache particulièrement au mot, vallon.

Voudroit-on attribuer le mode de formation des vallons à un soulèvement spontané des parties latérales qui les bordent ; soulèvement qui produiroit nécessairement un encaissement ? Ce mode de formation est admis par M. Patrin, pour les vallées existantes dans les chaînes des montagnes primitives. Ces montagnes, selon ce savant, se composent de couches d'autant plus verticales qu'elles sont plus voisines de la partie centrale des chaînes. Ces couches furent d'abord horizontales ; et elles sont devenues des montagnes, uniquement par le soulèvement spontané du granit, qui les a soulevées à la hauteur où on les voit : et les vallées qui se trouvent entre ces montagnes ne sont autre chose que les portions du sol, qui ont été moins soulevées que les parties voisines : voyez dans le Dictionnaire d'histoire naturelle, édition de M. Déterville, les articles *Vallée* et *Montagne*. J'ignore comment sont construites les Alpes, dont parle particulièrement M. Patrin : malheureusement les circonstances n'ont jamais pu me permettre de visiter ces montagnes si curieuses, si pleines de phénomènes et d'instruction pour le naturaliste : (voyez mes Observations, pag. 33 et suiv. des *notes*). Dans l'Auvergne il existe des montagnes granitiques que je regarde comme primitives ; et elles n'offrent point les accidens dont parle M. Patrin. Quand on aperçoit des traces de stratification, les couches se montrent horizontales ou peu inclinées. Des vallons quelquefois profonds et larges existent dans ces roches granitiques : j'ai parcouru quelques-uns de ces vallons ; et j'ai observé avec la plus grande attention les accidens divers qu'ils pouvoient offrir, et surtout la disposition des couches : jamais, quoique plein de désir de trouver des couches

verticales, je n'ai pu en découvrir; jamais je n'ai aperçu que les couches sur lesquelles couloient les eaux, et étoit placé par conséquent leur lit, se relevassent, comme l'a observé M. Patrin, sans aucune interruption sur les flancs des montagnes qui bordent les vallées à droite et à gauche. Le mode de formation des montagnes primitives ne seroit-il donc pas le même dans toutes les parties du globe, puisque partout elles n'offrent point les mêmes accidens ?

Cependant il est certain qu'il existe des bancs verticaux dans les chaînes des montagnes primitives : M. Patrin l'a observé; et d'autres naturalistes ont fait la même observation. Mais je suis loin d'attribuer cette verticalité à la cause à laquelle l'attribue M. Patrin : il veut que cette verticalité qu'affectent certaines couches, ait été produite par le soulèvement spontané du granit, qui par conséquent les a soulevées de manière à leur faire prendre une direction plus ou moins verticale. Mais quel est ce principe d'action du granit ? Comment n'a-t-il exercé cette action que dans le lieu où il l'a exercée ? Quelles sont les limites dans lesquelles est circonscrite cette action ? Quelles sont les causes des diverses modifications qu'elle paroît avoir éprouvées ? Pourquoi est-elle maintenant sans force et sans vertu ? Pourquoi ne voyons-nous plus se former des montagnes? Car aucune observation ne nous apprend qu'il s'en produit des nouvelles. Les anciennes se dégradent, se détériorent, se détruisent tous les jours : elles ne sont plus, pour ainsi dire, que des ombres d'elles-mêmes, tant est grande la différence entre ce qu'elles sont maintenant, et ce qu'elles ont été originellement : rien n'annonce qu'elles doivent être remplacées par d'autres. Une

force d'action inhérente au granit, telle que celle qui lui est attribuée, ne peut pas demeurer inactive. Ses productions pourront subir la loi générale des êtres existans : elles pourront périr; mais d'autres leur succéderoient nécessairement, si les substances minérales étoient douées d'une force vitale, modifiée d'après leur nature. Ainsi que les substances végétales et animales, elle reproduiroit les corps déjà produits; elle les recréeroit de nouveau. Je n'aperçois pas qu'est-ce qui pourroit opposer un obstacle insurmontable au développement de son énergie. Les bornes dans lesquelles je veux me circonscrire, ne me permettent d'entrer dans aucun détail.

D'ailleurs si une seule molécule de la matière jouit d'un principe vital, quel qu'il puisse être, toutes les molécules dans la nature doivent également en jouir : pourquoi une en seroit-elle douée; et non pas les autres? Cependant M. Patrin n'attribue qu'aux granits une espèce de force végétative. De pareilles questions, pour être approfondies, exigeroient des discussions très-longues : et des discussions de cette nature sont étrangères au plan de mes lettres. Plus j'étudie les substances minérales, plus je me convaincs qu'elles sont entièrement dépourvues d'un principe de vie; et que les divers phénomènes qu'elles nous offrent sont uniquement dûs aux jeux des affinités.

Ne seroit-il pas plus vraisemblable de dire que ces couches verticales sont le résultat des dépôts formés dans les scissures produites dans les roches par des accidens particuliers? Et plusieurs causes différentes peuvent produire des scissures dans les roches. Je ne me cache point les difficultés que l'on pourroit opposer contre un

pareil mode de formation de ces couches verticales : cependant il faut avouer qu'il est dans l'ordre de la nature. Ces couches verticales ont pu encore être produites d'une autre manière. Tout paroît annoncer que les montagnes sont formées par des dépôts successifs des eaux de la mer : or que ces eaux donnent naissance à des dépôts horizontaux qui doivent faire partie de la masse d'une montagne ; et les dépôts seront toujours horizontaux, quand les eaux seront calmes et tranquilles. Que ces eaux viennent ensuite à être agitées, et qu'elles aillent battre contre les couches déjà formées : les dépôts auxquels elles donneront naissance doivent nécessairement prendre une position plus ou moins verticale, suivant la force et la direction du mouvement imprimé à ces eaux. Je conçois même parfaitement bien que cette couche plus ou moins verticale pourra contourner la partie de la montagne déjà construite : les eaux, en s'étendant sur les parties latérales par l'effet du mouvement qui leur est imprimé, formeront dans tout le pourtour une couche qui ceindra la montagne : (voyez dans mon ouvrage ce que j'ai dit d'un accident de cette nature en parlant de la houille, pag. 24 et suiv. des notes) ; que les eaux de rechef deviennent tranquilles : les dépôts se feront de nouveau d'une manière horizontale ; et s'adosseront contre les dépôts plus ou moins verticaux, et plus ou moins nombreux qui viendront d'être formés. Que les eaux viennent à être agitées de nouveau : elles donneront naissance à d'autres couches verticales ; et ainsi successivement. On sent que de grandes montagnes ainsi construites se composeront alternativement des couches horizontales et des couches plus ou moins verticales ;

et que ces montagnes pourront même être contournées dans toutes leurs parties par une couche dans laquelle elles seront comme emboitées, enchâssées. Cette explication me paroît facile et satisfaisante.

Après cette courte digression sur les montagnes, revenons, Monsieur, aux vallées : celles qui existent dans les chaînes des montagnes primitives, me paroissent avoir été, ainsi que toutes les autres, creusées par les eaux fluviatiles. Les angles rentrans et saillans, dit-on, y sont quelquefois peu prononcés : certaines vallées n'en offrent même aucune trace ; et dans quelques-unes on voit, soit des angles saillans opposés l'un à l'autre, et qui causent un étranglement ; soit des angles rentrans sur les deux côtés en même temps, et qui forment un vaste bassin : enfin il en est qui sont barrées à leurs deux extrémités. Tous ces accidens divers me paroissent pouvoir se concilier avec l'opinion que je défends.

Les angles rentrans et saillans, existans dans les vallées, annoncent sans doute l'ouvrage des eaux; mais ces angles saillans et rentrans ne sont pas nécessairement produits par les eaux fluviatiles ; surtout lorsqu'elles coulent en grandes masses, et que leur cours est impétueux: elles entraînent tout ce qui se rencontre sur leur passage. Il est impossible alors qu'il se forme des angles, parce qu'ils ne sont que le résultat de la résistance qu'opposent les roches aux efforts des eaux, et de l'érosion produite dans quelques-unes de leurs parties : or, les eaux fluviatiles, dans les chaînes des montagnes primitives, forment presque toujours des torrens. Voilà pourquoi encore les vallées dans lesquelles elles coulent, se prolongent assez ordinairement sur une ligne droite dans des espaces assez considérables ; et

qu'elles sont plus ou moins étendues en largeur. Pour si peu que l'on réfléchisse, on voit que dans de grandes et vastes vallées, ce seroit une chose étonnante que les angles rentrans et saillans s'y fissent remarquer, en supposant qu'ils y eussent jamais été formés : tant de causes différentes auroient pu les faire disparoître. J'ai parcouru de grandes vallées qui avoient été évidemment creusées par les eaux; et je n'y ai point vu de traces d'angles saillans et rentrans. Ces angles n'existent pas même toujours dans les petites vallées, quoique personne ne puisse douter qu'elles ne soient l'ouvrage des eaux.

Le mode de formation des angles saillans opposés l'un à l'autre, et formant un étranglement, ainsi que l'existence des angles rentrans sur les deux côtés correspondans, et constituant un bassin plus ou moins vaste, ne présentent non plus aucune difficulté bien réelle. Il est des roches qui sont d'une dureté extrême, que les efforts les plus grands peuvent à peine rompre : d'autres au contraire, d'un tissu beaucoup plus lâche, et beaucoup moins cohérentes dans leurs parties, se laissent aisément entamer. Que les eaux dans leurs cours rencontrent des roches de cette nature : elles donneront naissance aux accidens que l'on vient de remarquer. Les roches dures opposant une résistance très-grande à la violence des eaux, les arrêtent; les repoussent; les forcent à revenir sur elles-mêmes : que les roches voisines, sur les deux côtés de la vallée, soient tendres et d'une texture peu compacte ; il est évident que les eaux dont la force s'est accrue par la résistance qui leur a été opposée, formeront, dans ces roches, des excavations plus ou moins grandes; et des excavations qui peuvent

avoir des formes arrondies et elliptiques; parce qu'il peut arriver que des masses à peu près égales d'eau soient refoulées vers les deux bords opposés. Cependant les eaux auxquelles rien dans la nature n'oppose des obstacles insurmontables, parviendront enfin à se frayer un passage à travers ces roches dures : mais comme leur force d'action s'est presque entièrement brisée dans leur refoulement, elles ne pourront faire qu'une petite ouverture dans la roche ; et cette ouverture sera pratiquée dans les parties centrales, parce que c'est là que se réunissent leurs efforts. Deux angles saillans se formeront donc dans cet endroit. Il est à remarquer que presque toujours ces bassins plus ou moins vastes, existans dans la chaîne des montagnes primitives, qui sont formés par des angles rentrans opposés, se trouvent avant les angles saillans opposés, en descendant la vallée; circonstance qui confirme l'explication que je donne. Il seroit néanmoins très-possible que l'on trouvât aussi des angles rentrans opposés après ces angles saillans également opposés; et la raison en est facile à découvrir: les eaux reserrées dans cette gorge étroite, formée par ces angles saillans, acquièrent une force d'expansion et d'action d'autant plus puissante, que leur compression a été plus grande. Echappées de ce défilé étroit, elles se portent sur les parties latérales des roches. Ainsi les accidens qui paroissent les plus singuliers, s'expliquent d'une manière facile, quand on réfléchit sur le concours des causes qui peuvent les produire.

L'existence des vallées fermées aux deux extrémités, ne prouve pas non plus que ces vallées n'aient pas été creusées par les eaux. Des sources qui alimentoient les eaux fluviatiles qui couloient dans ces vallées, ont pu

tarir par mille accidens divers, ou peut-être sourdre ailleurs. Les eaux fluviatiles auront donc cessé d'y couler : des dépôts terreux et pierreux se formeront à l'extrémité de ces vallées: n'étant jamais déblayés, ils s'accroîtront continuellement ; et enfin, constitueront des montagnes qui barreront par conséquent l'embouchure de ces vallées. Ce seront, comme vous voyez, les débris des autres vallées qui donneront naissance à ces dépôts. Je suis convaincu que ces montagnes existantes à l'extrémité des vallées, ne sont que des montagnes de transport ; et que quoique composées des débris des autres, charriés et amoncelés par les eaux, leur structure n'est pas la même que celle des montagnes primitives.

Il pourroit cependant se faire qu'une petite vallée solitaire fût produite par un affaissement du sol ; et alors il seroit possible que les montagnes existantes aux extrémités, fussent primitives comme les autres : mais ce mode de formation de vallons partiels ne peut être qu'extraordinairement rare ; en supposant même que jamais il ait existé. Puis cet accident ne prouveroit rien, ni pour ni contre aucun système.

Les observations que l'on oppose contre le système qui veut, que les vallons existans dans la chaîne des montagnes primitives ont été creusés par les eaux, ne présentent par conséquent aucune difficulté réelle, et n'ébranlent point la solidité des preuves sur lesquelles il repose. Pour les vallons existans dans les roches de seconde et de troisième formation, on convient en général qu'ils sont l'ouvrage des eaux : et véritablement tout concourt pour attester qu'ils ont une pareille origine. Il paroît également impossible de douter que les

vallons creusés dans les matières volcaniques, ne doivent aux eaux leur naissance. Vous observerez que le même agent qui a creusé les vallons dans les produits volcaniques, doit également les avoir formés dans les autres roches ou primitives ou secondaires : ils communiquent les uns aux autres, et offrent tous les mêmes accidens. Un même vallon se compose assez souvent dans ses différentes parties, tantôt de roches volcaniques, tantôt de roches neptuniennes : et dans certains, ces diverses espèces de roches se succèdent plusieurs fois les unes aux autres. Une preuve encore qu'à l'action des eaux doit être attribuée la formation des vallons, c'est que quand deux roches de diverse nature et de dureté différente, se sont rencontrées sur le passage des eaux, la moins dure a été seulement entamée par elles.

Mais comment admettre, dira-t-on, que des eaux fluviatiles très-peu abondantes à leur source, qui constituent à peine de petits filets d'eau, et qui souvent même tarissent, comment se persuader qu'elles aient pu se frayer un passage à travers des roches qui sont quelquefois d'une dureté extraordinaire, et se creuser un lit souvent large et profond ? Comment des eaux si foibles pourront-elles attaquer, corroder, détruire de pareilles roches, sur lesquelles les forces les plus puissantes des hommes n'exerceroient peut-être aucune action ? Les effets produits doivent être nécessairement en rapport avec les causes qui les produisent : or, ici les causes productrices ne sont presque rien ; et les effets produits sont si étonnans...! Pour croire que les eaux fluviatiles ont creusé leur lit, il me suffit que tout me l'atteste. Eh ! que m'importe que je conçoive ou que je ne conçoive pas comment cet effet a été opéré ? Il

suffit

suffit encore une fois qu'il soit vrai, que je ne puisse pas le révoquer en doute, pour que je le croie. Tout presque dans la nature étonne et surpasse mon intelligence. Si je ne dois croire que ce que je puis comprendre ; hélas ! je ne croirois presque rien. Mais bien s'en faut qu'il soit impossible de concevoir comment les eaux fluviatiles ont pu creuser des vallons : ces eaux que vous voyez actuellement si peu abondantes, ne l'ont pas toujours été aussi peu ; primitivement elles durent même être très-abondantes. Je crois avoir déjà dit qu'alors les montagnes devoient être plus élevées qu'elles ne le sont maintenant ; et que leur masse devoit être aussi plus grande : leur masse est presque toujours en rapport avec leur hauteur. L'attraction que les montagnes exercent sur les vapeurs répandues dans l'atmosphère, étant en raison de leur hauteur et de leur masse ; et les sources auxquelles elles donnent naissance, étant en rapport avec l'attraction qu'elles exerçent sur les vapeurs tenues en dissolution ou en suspension dans l'air, il suit que les sources ont dû être originellement bien plus copieuses qu'elles ne le sont maintenant. D'ailleurs, quand la mer fut retirée de ce pays, l'air devant être extraordinairement chargé, et comme supersaturé de molécules aqueuses, les pluies devoient être on ne peut plus abondantes. Ces eaux qui maintenant constituent à peine de petits filets, devoient alors former des torrens impétueux : et vous savez que la force de ces torrens est immense ; surtout lorsque leurs eaux sont bourbeuses, et qu'elles charrient avec elles des amas de pierres. Rien alors ne résiste à leur action ; et elles entraînent tout avec elles. Il est facile de voir combien, dans les temps voisins de la déflagra-

tion des volcans, les eaux fluviatiles devoient être chargées et de substances terreuses et de substances pierreuses.

Il est encore à remarquer que primitivement les roches ne devoient pas avoir une bien grande dureté : détrempées, pour ainsi dire, par les eaux de la mer, elles devoient céder aisément à l'action des eaux fluviatiles.

Les eaux pluviales et fluviatiles étant primitivement plus abondantes, la masse totale d'eau existante dans l'univers étoit-elle plus grande ? je ne le crois pas. Je suis au contraire intimement convaincu qu'elle a été, et qu'elle est presque toujours la même. Les parties dont ce vaste univers se compose, se balancent si admirablement les unes et les autres, qu'elles conservent sans cesse leur mutuel équilibre : elles demeurent constamment entre elles en harmonie. Des accidens particuliers pourront la troubler; mais ce ne sera qu'instantanément; elle se rétablit d'elle-même, et sans aucune secousse, par la seule force des choses. Toutes les parties s'enchaînent réciproquement : et par un effet admirable des lois établies, l'existence d'une partie est étroitement liée à l'existence de l'univers entier. Ainsi toutes se soutiennent, s'alimentent, se reproduisent mutuellement. Les eaux abreuvent des millions d'animaux; mille accidens divers concourent à en diminuer la quantité : et cependant tout dit qu'elle est toujours la même. Des causes sans nombre tendent à altérer la pureté de l'air, à détruire l'oxigène qui entre dans la composition de l'atmosphère : et on l'y trouve toujours dans les mêmes proportions. Après une longue série d'années, le soleil s'écarte un peu de la route que lui a tracée la main qui le créa, et le jeta dans l'espace : mais une puis-

sance invisible et irrésistible le force à revenir sur ses pas. Que d'autres exemples ne pourrois-je pas citer, qui attestent hautement l'ordre merveilleux et invariable de cet univers, et l'étonnante et inconcevable correspondance qui règne entre toutes ses parties ! Oh, que les lois qui le régissent sont admirables ! Comme elles ont tout calculé ! Quelle sagesse, quelle prévoyance, quelle puissance infinie elles supposent ! Comment peut-on douter de l'existence d'un être créateur et coordonnateur, d'un être suprême, d'un dieu ! (Voyez ma lettre Ve.).

Les vallons étant l'ouvrage des eaux, on pourroit imaginer que des causes fortuites et entièrement dépendantes du hasard, ont tracé et creusé tous les canaux dans lesquels coulent les eaux fluviatiles : cependant plus on considère leurs rapports mutuels, leur direction; plus on se convainc qu'ils sont admirablement distribués, pour vivifier tous les lieux de leurs eaux bienfaisantes : et on ne peut pas s'empêcher de s'avouer à soi-même que les causes secondes auxquelles ils doivent leur existence, ont été dirigées par une cause première infiniment intelligente et puissante, qui a coordonné toutes choses avec une sagesse infinie.

LETTRE XLIII.

Il existe, Monsieur, des eaux minérales dans les trois chaînes : mais elles sont plus abondantes au Cantal qu'aux monts d'Or, quoiqu'elles l'y soient beaucoup : la chaîne où elles le sont moins est celle des monts

Dôme. Vous savez que les eaux minérales sont divisées en eaux minérales froides, et en eaux minérales chaudes ou thermales; et que les unes et les autres sont distinguées par les principes qu'elles recèlent. Il est des eaux minérales sulfureuses, ferrugineuses, gazeuses, salines: les substances qui entrent dans la composition de ces eaux, varient prodigieusement par leur nature, leurs proportions, leurs modes de combinaison. Presque toutes renferment des quantités plus ou moins considérables de calcaire, tenu en dissolution par un excès d'acide carbonique; calcaire qui se dépose quand les eaux sont en contact avec l'air atmosphérique, parce que l'acide carbonique qui est en excès dans ces eaux, s'évapore; et que le principe dissolvant étant évaporé, le principe dissous doit se déposer. Les eaux du Cantal sont en général plus ferrugineuses et plus saturées d'acide carbonique que celles des monts d'Or, qui à leur tour le sont plus que celles des monts Dôme. Les eaux les plus chaudes sont dans le Cantal: celles de Chaudes-Aigues qui sont dans cette chaîne, ont environ soixante-sept degrés de chaleur; et celles de la Bourboule, qui sont les plus chaudes de la chaîne des monts d'Or, n'ont que trente-trois degrés; et celles des bains de Cesar, trente-deux. Aux monts Dôme, les eaux thermales sont assez rares; et le degré de chaleur est peu élevé. Je vous ai déjà fait remarquer que pour toutes les choses existantes dans les trois chaînes, les rapports vont assez généralement en décroissant, du Cantal aux monts Dôme; et suivent par conséquent l'ordre de la volcanisation. Vous jugez que ce n'est pas ici le lieu d'entrer dans des détails sur le nombre de ces sources minérales, sur les principes qu'elles contiennent, sur les quantités

des eaux qui en sourdent : tous ces détails, et tant d'autres dans lesquels je pourrois entrer, concernant les eaux minérales, appartiennent à l'histoire naturelle de l'Auvergne; sont par conséquent étrangers au plan de ces lettres : je ne puis y indiquer que des aperçus généraux : (voyez mes Observations, pag. 88 et suiv. des notes).

J'ai parlé, dans l'ouvrage que je viens de citer, des divers systèmes qui ont été inventés, pour expliquer la cause de la chaleur des eaux minérales : (voyez pag. 98 et suiv. des notes). Je ne répéterai pas ce que j'ai dit. Ces systèmes m'ont paru et me paroissent encore insuffisans : mais on ne peut s'empêcher de convenir que le système le plus vraisemblable est celui de M. Patrin, qui attribue la chaleur des eaux aux combinaisons des fluides gazeux. Ces fluides en se condensant laissent échapper le calorique qui les retenoit à l'état gazeux; et ce calorique plus ou moins abondant suivant les sources, échauffe les eaux : il est facile de voir qu'en général le degré de chaleur qu'il doit communiquer, doit être en rapport avec la force d'action du calorique qui s'est dégagé des fluides aériformes; force d'action qui se compose de son énergie, de sa quantité; et qui s'apprécie encore d'après la nature particulière des eaux, et la nature des roches à travers lesquelles elles coulent. Il est des roches qui sont de plus mauvais conducteurs de la chaleur que d'autres : il est évident que les eaux, à degré de chaleur égal, en acquerront un d'autant plus grand, que les roches qui les contiennent seront un plus mauvais conducteur, se prêteront plus difficilement à donner passage au calorique. Dans l'estimation de sa force d'action, il faut aussi nécessaire-

ment avoir égard à la nature particulière des eaux : il est des substances qui peuvent entrer dans leur composition, qui ont plus d'affinité que d'autres avec le calorique. Vous jugez également que pour apprécier sainement sa force d'action, il faut faire entrer en ligne de compte son énergie et sa quantité. Son activité est bien loin d'être toujours la même : sa force d'action est évidemment en rapport avec sa quantité..

Quels sont ces fluides gazeux qui produisent la chaleur des eaux thermales ? C'est peut-être ce qu'il est difficile de dire d'une manière sûre. Il est à croire que ces gaz varient suivant les diverses espèces d'eaux minérales : mais tout annonce aussi qu'il en est de communs à toutes les eaux ; tels que l'oxigène, l'hydrogène. Il paroît aussi que le fluide électrique joue un grand rôle dans la production de la chaleur des eaux thermales : ce qui le prouve, c'est que lorsque le temps est orageux, ou qu'il est chargé d'une plus grande quantité de fluide électrique, ces eaux sont plus agitées ; il s'excite en elles un mouvement intestin plus violent, une fermentation plus grande ; leur degré de chaleur s'accroît un peu ; leurs exhalaisons deviennent plus abondantes ; le dégagement de l'acide carbonique, lorsqu'elles en contiennent, se fait à plus gros bouillons. Et il est à remarquer que par les temps les plus orageux les eaux minérales froides n'éprouvent aucune espèce de tourmente ; que leur cours est également paisible et tranquille. Quelle seroit la cause de cette différence singulière entre les eaux minérales froides et les eaux minérales thermales, placées sous le même ciel et dans les mêmes circonstances locales ? si ce n'est que le fluide électrique exerce une action plus ou moins

puissante sur les eaux thermales; et qu'il n'en exerce aucune ou presque aucune sur les eaux minérales froides. C'est en comparant les différences des états des choses, qui ont la plus grande analogie entre elles, qu'on peut espérer de reconnoître les causes de ces différences.

Mais comment le fluide électrique concourt-il à la production de la chaleur dans les eaux minérales? Est-ce en se mêlant ou en se combinant avec elles? Il est à croire que c'est en se combinant avec elles, qu'il produit cet effet. Il ne paroît nullement douteux que lorsqu'il est abondamment répandu dans l'atmosphère, il ne soit aussi abondamment répandu dans les eaux minérales: doué de la plus grande subtilité, peut-il ne pas les pénétrer dans toutes leurs parties, et se mêler par conséquent avec elles? Pourquoi ne fait-il que se mêler avec les unes; et se combine-t-il avec d'autres? C'est ce que j'ignore: peut-être existe-t-il dans celles-ci quelque principe particulier, qui par sa grande affinité avec lui détermine cette combinaison. Quoi qu'il en soit, il paroît que lorsqu'il n'est que mêlé avec les eaux, il ne produit en elles aucun changement notable, aucune altération sensible; qu'il ne manifeste sa présence par des modifications particulières, que lorsqu'il est combiné avec elles.

Le fluide électrique concourt peut-être encore à produire la chaleur dans les eaux minérales, en condensant les substances gazeuses qui affluent dans ces eaux, telles que l'hydrogène et l'oxigène: mais il paroît qu'alors on devroit entendre dans le voisinage des sources des eaux thermales, un bruit continuel produit par le choc des molécules de l'atmosphère, qui éloignées les unes des autres par les gaz en expansion, se rappro-

chent et se heurtent quand les gaz se condensent. Et ce bruit devroit être plus ou moins considérable suivant l'instantanéité de la condensation, la quantité des substances gazeuses solidifiées, et la masse d'air environnante. Si par un temps orageux l'hydrogène et l'oxigène répandus dans l'atmosphère ou dans les nuages, sont enflammés par le fluide électrique, l'éclair paroît, le tonnerre se fait entendre : et la violence de ses éclats est en rapport avec les quantités d'hydrogène et d'oxigène enflammés simultanément par le fluide électrique. Peut-être dans les entrailles de la terre, où existent les sources minérales, aucun bruit souterrain ne se fait entendre malgré la condensation des gaz, parce que la masse d'air environnante ne peut être que très-peu considérable.

Une question intéressante à faire, ce seroit celle de savoir si les eaux thermales sont telles ou non à leur source : il me paroît possibleque le même instant qui voit former les eaux voie aussi leur communiquer le degré de chaleur qu'elles ont. Il me paroît également possible que des eaux non-thermales à leur source deviennent thermales dans leur cours. Cependant je crois qu'en général les eaux thermales sont telles à leur source : ce qui m'engage à penser ainsi, ce sont l'uniformité constante de leur degré de chaleur, et les quantités presque toujours égales d'eau auxquelles elles donnent naissance. Vous savez que le degré de chaleur des eaux minérales est presque toujours le même : il offre sans doute quelques variations ; mais ces variations sont si légères qu'on doit les regarder comme nulles. J'ai mesuré le degré de chaleur de plusieurs et plusieurs eaux minérales : je l'ai mesuré à des temps plus ou moins éloignés

les uns des autres; dans des saisons différentes; à des heures différentes du jour : leur température m'a paru presque toujours la même. Les quantités d'eau auxquelles elles donnent naissance, m'ont offert également très-peu de variations : or croyez-vous qu'il en fût ainsi si les eaux ne devenoient thermales que dans leur cours? Les sources ordinaires grossissant ou diminuant suivant les saisons, on verroit, en supposant que l'action des agens qui les rendent thermales fût toujours la même, on verroit leur degré de chaleur croître ou diminuer en raison inverse de l'abondance des eaux : à moins qu'on ne voulût que l'action des agens qui leur communiquent leur degré de chaleur, se mesurât sur la quantité des eaux; et qu'elle se tînt toujours en rapport avec elle. Une pareille supposition est trop invraisemblable pour pouvoir être admise.

Cette considération dont je viens de vous faire part, me porteroit à croire que le mode de formation des eaux thermales n'est pas le même que celui des eaux ordinaires : vous n'ignorez pas que celles-ci doivent leur origine à l'attraction puissante que les montagnes exercent sur les vapeurs répandues dans l'atmosphère : (voyez mes Observations, pag. 5 et suiv. des notes). Or si c'étoit à cette cause que les eaux thermales fussent redevables de leur existence, ainsi que les eaux enfantées pour ainsi dire par les montagnes, on les verroit diminuer et grossir; on verroit aussi par conséquent varier leur température : et ces accidens n'arrivent pas. D'ailleurs si elles étoient produites par les montagnes, elles ne deviendroient thermales que dans leur cours; et j'ai déjà dit que tout faisoit présumer qu'elles étoient telles à leur source. A quelle

cause peut donc être attribuée l'existence des eaux thermales? Tout annonce qu'il circule dans les entrailles de la terre divers fluides gazeux; qu'ainsi qu'il existe une atmosphère extérieure, il existe également, pour ainsi dire, une atmosphère intérieure. Je serois assez porté à croire que c'est aux courans gazeux intérieurs, qu'est due l'origine des eaux thermales.

Si dans le système qui attribue la chaleur des eaux thermales à des fluides gazeux, il est des phénomènes qu'offrent les eaux thermales, qui y trouvent une explication facile et satisfaisante, il n'en est pas ainsi de tous: quand on réfléchit, on ne conçoit pas parfaitement, par exemple, comment la chaleur des eaux thermales peut être toujours constante. Pour que le degré de chaleur soit toujours le même, il faut que les quantités de fluides gazeux qui la produisent, soient toujours les mêmes: on ne voit pas quelle seroit cette cause qui pourroit déterminer un concours toujours égal de ces divers agens. Soit que l'on suppose que l'oxigène et l'hydrogène, qui par leur condensation influent sans doute principalement sur la production de la chaleur, soient fournis par l'atmosphère ou par la décomposition de l'eau; ce qui est plus vraisemblable; la difficulté de concevoir comment ces deux agens concourent avec des forces toujours égales à la production de la chaleur des eaux thermales, cette difficulté, dis-je, est la même. Peut-on dire quelle seroit cette cause qui soutireroit sans cesse de l'atmosphère des quantités toujours égales d'oxigène et d'hydrogène; ou quelle seroit cette cause qui décomposeroit constamment les mêmes masses d'eau?

On ne conçoit pas non plus dans ce système comment

le fluide électrique dont la marche paroît être assez inconstante et assez irrégulière, afflueroit sans cesse dans les mêmes lieux en quantités toujours égales. Cependant il le faut, puisqu'il concourt également à la production de la chaleur des eaux thermales, soit par lui-même, soit en enflammant et condensant les gaz hydrogène et oxigène. Quelle seroit cette cause qui fixeroit, enchaîneroit toujours dans les mêmes lieux ces quantités égales de fluide électrique? Il est facile de voir que la quantité de chaleur produite étant toujours la même, les causes qui la produisent doivent nécessairement agir avec des forces toujours égales; et par conséquent conserver toujours entre elles les mêmes rapports; ou du moins ces rapports qui amènent les mêmes résultats. Je sais, et je l'ai déjà dit, que le degré de chaleur des eaux éprouvoit quelque variation: mais j'ai déjà observé aussi que ces variations étoient si légères qu'elles devoient être regardées comme nulles. Les variations produites par les temps orageux, sont sensibles, mais peu considérables. Une autre chose qu'on ne conçoit pas encore dans ce système, c'est que les quantités d'eaux thermales soient à peu près constamment les mêmes. Comment se fait-il que les sources non-minérales éprouvent les plus grandes variations, dans les quantités d'eaux auxquelles elles donnent naissance; et que les sources d'eaux thermales n'en éprouvent pas? Il est à remarquer que ces phénomènes qu'offrent les eaux minérales, ne trouvent pas dans les autres systèmes une explication plus satisfaisante : elle contente au contraire bien moins la raison. Et c'est ce qui prouve, comme je l'ai déjà dit, que nous sommes peut-être encore loin de connoître les

véritables canses de la calorification des eaux thermales.

Peut-être nous ne connoissons pas mieux les causes de leur minéralisation : on croit communément qu'elle est due à des substances minérales dissoutes par des menstrues contenus dans les eaux ; ainsi elles seroient ferrugineuses, parce qu'elles auroient dissout du fer ; elles contiendroient du sulfate de magnésie, de chaux, etc. etc. etc., parce que ces substances préexistantes auroient été dissoutes par les eaux. Mais quand on approfondit de pareilles raisons, qu'on les trouve peu solides ! Les principes contenus dans les eaux, demeurent constamment les mêmes, à quelque légère différence près ; les variations apportées dans leur mode de minéralisation, sont en général très-peu considérables : or, si leur minéralisation étoit due à de telles causes, seroit-il possible qu'elle se montrât toujours la même ? Les substances exposées à l'action des menstrues contenus dans les eaux, ne pouvant toujours demeurer dans le même état, elles offriroient dans des temps divers de grandes variations dans leur minéralisation. Il y a très-long-temps que des eaux minérales sont connues : leurs vertus sont encore les mêmes qu'elles étoient autrefois. Comment supposer qu'elles rencontrent toujours dans leur cours les mêmes matières et les mêmes quantités de ces matières ? Comment, depuis une longue série de siècles, ces substances minérales n'ont-elles pas été entièrement dissoutes par les eaux ?

Diroit-on que ces substances minérales se renouvellent à fur et mesure qu'elles fournissent à la minéralisation des eaux ? De pareilles suppositions sont bien gratuites. Je ne doute nullement que la nature ne puisse renouveler, et ne renouvelle à son gré les diverses sub-

stances minérales existantes : mais j'ai peine à croire que ses opérations se fassent au moins en général d'une manière si instantannée. Sa marche est pour l'ordinaire plus graduée et plus lente. D'ailleurs, comment ces diverses matières, aux dépens desquelles se fait la minéralisation, sont-elles dans toutes leurs parties également sensibles à l'action des menstrues contenus dans ces eaux ? Et il faut qu'elles le soient, puisque les quantités des substances minérales qu'elles contiennent sont toujours les mêmes. Comment ces diverses matières ne se trouvant, selon toutes les apparences, exposées au courant de ces eaux, que dans une très-petite étendue de terrain, et par conséquent que quelques rapides instans, comment se fait-il que ces eaux se saturent de ces matières !. L'action des menstrues, quelle que soit leur énergie, ne peut pas être si prompte. Comment se fait-il encore qu'il se trouve dans ces eaux des substances qui n'existent point dans le sol où elles coulent, ou qui n'y existent qu'en de très-petites quantités ? Il est des eaux qui contiennent de la soude, de la potasse et de la magnésie : je sais que la chimie a découvert ces diverses substances dans les produits des volcans : mais elles se trouvent dans des eaux qui ne coulent nullement à travers des laves ; qui n'ont leur cours que dans des roches granitiques : et il est à remarquer que le plus grand nombre des eaux minérales de l'Auvergne sourdent dans le granit.

Tout annonce aussi que le calcaire, en supposant même qu'il existe dans les endroits où coulent ces eaux, doit y être rare ; cependant elles en recèlent de très-grandes quantités ; et presque toutes les eaux en sont entièrement saturées. Aussi en forment-elles des dépôts considérables. Très-certainement dans les entrailles de

la terre il n'en existe pas de si grandes quantités, qu'elles en déposent sur la surface. Le fer lui-même, quoique abondamment répandu dans les laves, est assez rare dans l'intérieur des roches non-volcanisées : et néanmoins elles en sont comme supersaturées. On peut juger des quantités qu'elles tiennent en dissolution, par les amas d'oxide de fer auxquels elles donnent naissance. Je me rappelle avoir lu dans l'intéressant voyage en Auvergne de M. le Grand d'Aussi, qu'il avoit vu se former aux monts d'Or des eaux minérales martiales, parce qu'il avoit vu des eaux non-minérales se charger des molécules ferrugineuses des laves en décomposition: Mais ce n'est pas ainsi que la nature produit des eaux martiales : le fer est en dissolution dans celles-ci ; ne trouble par conséquent nullement la transparence, la limpidité des eaux ; tandis que dans les eaux martiales de M. le Grand, le fer n'est qu'en suspension ; elles ne l'ont point dissout; elles ne font que le charrier; comme elles entraîneroient avec elles toute autre substance. Il est facile de voir combien le travail de la minéralisation des eaux par la nature est différent. L'acte de la minéralisation est nécessairement une opération chimique; et dans l'exemple que rapporte M. le Grand, il ne se produit aucune transmutation des substances : elles demeurent telles qu'elles étoient; et tous les sens peuvent aisément les apercevoir. N'allez pas cependant imaginer que je croie que des eaux minérales ne puissent pas être produites par l'action des menstrues contenus dans des eaux : je suis au contraire intimement convaincu que la nature peut en former et en forme même de cette manière. Mais ce que je ne crois pas, c'est que ce mode de formation soit habituellement le sien.

On pourroit élever encore d'autres difficultés contre

le système ordinaire de la minéralisation des eaux : mais celles que je viens d'exposer suffisent pour convaincre que ce n'est pas celui de la nature. Il est plus probable que les mêmes causes qui produisent la calorification des eaux, produisent aussi leur minéralisation; et que leur minéralisation est le résultat de la condensation des fluides aériformes. Les phénomènes de la minéralisation des eaux minérales, se conçoivent plus aisément dans ce dernier système que dans tout autre : ce n'est pas que ce mode de minéralisation des eaux minérales par les fluides gazeux, ne paroisse offrir de grandes difficultés dans son exécution : celles que j'ai remarquées, en parlant de la calorification des eaux par les gaz, sont les mêmes pour leur minéralisation par les gaz. On ne voit pas qu'elle est cette puissance qui ramène sans cesse dans les mêmes lieux les mêmes quantités de substances aériformes, et les combine de la même manière. On ne voit pas comment les diverses combinaisons qui sont nécessaires pour la minéralisation des eaux, peuvent être produites toujours d'une manière instantannée : et il le faut cependant, puisque les eaux coulent sans cesse, et qu'elles contiennent toujours les mêmes quantités de substances minérales. Cependant ce système, malgré ses invraisemblances, est encore plus vraisemblable que les autres. Peut-être seroit-il plus vrai de dire encore que nous sommes loin de connoître les véritables causes de la minéralisation des eaux minérales. En général, quoique l'art soit parvenu à faire des eaux minérales, je crois que les procédés qu'emploie la nature pour les produire nous sont encore peu connus. Celui qui sait réfléchir, et se mettre au-dessus des préventions pour les systèmes, est forcé

de convenir que les explications que l'état de nos connoissances permet de donner des divers phénomènes des eaux minérales, contentent peu la raison.

Quoi qu'il en soit, et quelles que soient les causes qui produisent la minéralisation des eaux, tout dit que ces causes, qui ne sont que des causes secondes, ont été préparées et dirigées par une cause première infiniment puissante et prévoyante. Eh! comment se persuader que des eaux qui étoient si nécessaires dans l'économie de cet univers, qui apportent de si grands bienfaits aux hommes, ne doivent leur existence qu'à un concours fortuit de circonstances! Elles sont si profondément marquées du sceau de cette providence éternelle qui s'est plue à pourvoir à nos besoins, même avant qu'ils existassent. Plus on étudie la nature, plus on se convainc que tout est admirablement coordonné avec les besoins des êtres auxquels le créateur de l'univers a donné naissance: et cette coordonnation si frappante, quand on sait réfléchir, seroit l'ouvrage du hasard, d'un être idéal et chimérique! Non: cette idée est trop absurde pour pouvoir y croire. Ce qui est marqué ineffaçablement du sceau divin de l'ordre, de l'harmonie, de la prévoyance, ne peut être que l'ouvrage d'une cause infiniment intelligente et prévoyante. Je crois avoir fait ailleurs une pareille réflexion; mais dans l'étude de la nature les occasions qui les inspirent se reproduisent si souvent, qu'il n'est nullement étonnant que ces réflexions se répètent: et il me semble qu'elles ne sauroient trop se répéter: elles élèvent, aggrandissent l'âme; elles excitent dans le cœur les émotions les plus douces et les plus touchantes; elles y jettent les germes des vertus; elles nous rattachent par les liens

les

les plus étroits à l'auteur de toutes choses; elles nous font admirer ses bienfaits pour lesquels nous ne pourrions être trop reconnoissans; elles sont un hommage rendu à son éternelle providence; elles rendent la science de l'histoire naturelle plus digne d'elle-même, plus digne de son objet, plus digne de faire partie de l'éducation de la jeunesse; éducation qui doit avoir pour but, non-seulement de former les esprits, mais encore de former les cœurs.

Les eaux minérales sont répandues dans tous les pays : et c'est ce qui prouve encore que leur existence entre dans le plan de l'organisation de cet univers; et n'est pas due à un concours fortuit des circonstances. Il est peu de pays où elles soient aussi abondantes qu'elles le sont en Auvergne : elles sourdent presque partout sous vos pas. Peu de pays ont été, sous tous les rapports, autant favorisés de la nature que celui-ci : malheureusement plus elle se montre prodigue de ses bienfaits; et moins les hommes paroissent y attacher de prix : rien n'est coupable comme l'insouciante négligence avec laquelle sont en général entretenues en Auvergne les eaux minérales : (voyez ce que j'ai dit à ce sujet dans mes Observations, pag. 88 et suiv. des notes).

J'avois cru que la volcanisation d'un pays influoit sur la minéralisation des eaux : la grande abondance d'eaux minérales existantes en Auvergne m'avoit fait adopter cette opinion; et il faut même avouer qu'elle paroît très-vraisemblable. Cependant j'ai peine à croire qu'elle soit vraie : ce qui m'engage à penser ainsi; c'est qu'il existe des eaux minérales dans des pays qui n'ont été nullement volcanisés. D'ailleurs, il est à remarquer que presque toutes les eaux minérales de l'Auvergne sour-

dent à travers des roches granitiques de première et de seconde formation : très-peu prennent naissance dans des produits des volcans; et encore même est-il à croire que ces matières volcaniques reposent sur des roches granitiques, qui sont la véritable matrice de ces eaux minérales. Je n'en ai point vu jaillir de roches calcaires.

LETTRE XLIV.

Il est un accident météorologique, Monsieur, que j'ai observé dans mes courses au Cantal, dont j'aime à vous faire part; parce que je sais combien la météorologie vous est chère. D'ailleurs, je crois qu'elle a des rapports intimes avec la minéralogie des lieux, et par conséquent avec leur géologie; de sorte que connoissant la minéralogie et la géologie d'un pays, on pourroit peut-être déterminer quels sont les phénomènes météorologiques qui peuvent y être produits. Partout la météorologie est une science intéressante à étudier; mais elle l'est bien plus encore dans les pays des montagnes que dans les autres; et peut-être plus encore dans les pays qui ont été bouleversés par les volcans, que dans ceux qui ne l'ont pas été. Je vous aurois rendu compte plutôt de cette observation; mais je n'ai pas voulu interrompre le fil de ce que j'avois à vous dire concernant les productions minérales du Cantal.

Un soir, sur les 9 heures, à mi-vendémiaire, revenant du Plomb du Cantal et me retirant aux Chazes, j'observai, au nord, jaillir d'une des montagnes dont cette chaîne se compose, une lueur semblable à celle que produit le gaz hydrogène phosphoré, quand il est

en contact avec l'air atmosphérique. Ce jet de lumière avoit une forme globuleuse. Le vent du nord-nord-est souffloit: le temps étoit assez serein. Cette lueur suivit une ou deux secondes la direction du vent, en rasant presque toujours la cime des montagnes, et disparut. Vous l'auriez prise pour une étoile tombante, si elle eût été plus élevée dans l'atmosphère: sa marche, son éclat, sa manière d'être, étoient ceux de ce météore.

Surpris d'un pareil phénomène, je fixe mes regards plus attentivement sur cet espace de la chaîne, d'où j'avois vu jaillir cette lumière phosphorescente: 4 ou 5 minutes étoient écoulées à peine, lorsque je vis jaillir du même lieu une autre lueur: elle fut d'abord très-foible; cependant on pouvoit la distinguer. Après s'être élevée dans l'atmosphère à une certaine hauteur avec un mouvement perpendiculaire très-rapide, elle acquiert un éclat plus vif; et m'offre véritablement le spectacle d'une étoile tombante. Ainsi que le premier météore, celui-ci se dirigea également vers le nord-nord-est. Sa teinte de couleur étoit un peu différente. Au bout de 3 ou 4 secondes il se dissipa. Aucune explosion ne se fit entendre; aucune odeur particulière ni de soufre ni de posphore ne se fit sentir. Son élévation dans l'atmosphère ne me parut pas bien grande: et la ligne qu'il parcourut étoit presque horizontale, autant que je pus en juger. La vitesse de sa marche étoit très-rapide, et n'étoit par conséquent nullement en rapport avec la vitesse peu considérable du vent qui souffloit. Je ne pus pas apprécier sûrement l'espace parcouru. Mes yeux demeurèrent fixés pendant long-temps sur l'endroit, dans lequel j'avois vu former ces deux météores: je n'y en aperçus plus aucun, ni dans aucune partie de

l'horizon. L'état de l'atmosphère resta toujours le même.

Il ne suffit pas d'observer les phénomènes de la nature; il faut encore remonter jusqu'à leurs causes. Tout annonce que le premier météore fut produit par le gaz hydrogène phosphoré : ce météore s'enflamma presque aussitôt qu'il fut en contact avec l'air atmosphérique; et je crois qu'il n'y a que ce gaz qui offre cet accident si remarquable, qui provient sans doute de la très-grande affinité du phosphore pour l'oxigène; affinité qui produit la combinaison de ces deux substances, et par conséquent le dégagement du calorique qui avoit réduit à l'état de gaz la base de l'oxigène. Ce gaz hydrogène phosphoré a dû se former dans l'intérieur des montagnes : sa légéreté spécifique a été sans doute cause qu'il a gagné leur cime : et aussitôt qu'il a rencontré sur ses pas l'air atmosphérique, il s'est enflammé. Lorsque ce gaz s'enflamme, il se produit une explosion dont la force se mesure sur la masse du gaz qui s'enflamme : cette explosion est, comme je l'ai remarqué dans ma lettre précédente, le résultat nécessaire de la condensation des substances gazeuses. Les gaz étant très-expansibles, occupent un espace plus grand que lorsqu'ils sont condensés. Dans le moment qu'ils passent à l'état de condensation, les molécules de l'air qui étoient séparées par les gaz, se rapprochent, se heurtent; et ce choc produit l'explosion. Lors de l'inflammation du météore je n'en entendis aucune; sans doute parce qu'elle étoit peu considérable, et que la distance étoit trop grande; ou peut-être parce que l'oreille étoit distraite par d'autres sensations plus fortes. Dans ces montagnes les torrens roulent avec fracas leurs eaux; et vos oreilles sont comme assourdies par un pareil

bruit, qui paroît s'accroître pendant la nuit, parce que tout alors se tait dans la nature.

Il est facile de concevoir comment peuvent être produits les élémens dont se compose le gaz hydrogène phosphoré : ces montagnes sont sans cesse humectées par les eaux qui s'infiltrent dans leur masse; et elles récèlent dans leur intérieur beaucoup de fer oxidé, qui n'étant pas entièrement saturé d'oxigène conserve avec lui la plus grande affinité : l'oxigène étant un des élémens dont se compose l'eau, le fer se combine avec lui et laisse libre l'hydrogène, qui est l'autre élément qui entre dans sa composition. Ainsi si vous mettez dans un bocal de l'eau et de la limaille de fer; votre fer s'oxide davantage; et il se produit de l'hydrogène. Les substances animales et végétales en décomposition, qui sont on ne peut plus abondantes dans ces montagnes, peuvent donner naissance au phosphore : ou peut-être doit-il son origine à des combinaisons gazeuses. Si le phosphore n'étoit qu'une modification du soufre, comme le présume M. Patrin, son mode de formation seroit encore plus facile à concevoir; il est des montagnes qui abondent en matières sulfureuses : il en est desquelles découlent de grandes quantités de sulfates argilleux et de sulfates calcaires. Le phosphore et l'hydrogène produits et existans simultanément dans les mêmes lieux, vous jugez qu'ils se combineront, ayant une très-grande affinité mutuelle.

Mais comment se fait-il que le gaz hydrogène phosphoré, en s'échappant du sein de la montagne, ait parcouru un espace plus ou moins étendu, laissant toujours des traces de lumière sur son passage? J'avoue que cet accident me semble assez difficile à expliquer :

cette traînée lumineuse seroit-elle produite par une suite de matières inflammables disposées sur une même ligne, qu'auroit enflammées le gaz hydrogène phosphoré ? on ne conçoit pas comment ces matières auroient pu prendre et conserver un tel arrangement. Seroit-elle produite par une éjaculation non-interrompue de globules de gaz hydrogène phosphoré, qui amoncelés dans le même lieu et se pressant les uns les autres, auroient été forcés de s'étendre dans l'atmosphère, et de prendre une direction horizontale ? Ce qui prouve que ce n'est pas à cette cause que doit être attribué ce phénomène, c'est qu'il ne s'échappa de ces montagnes qu'un seul globule de ce gaz. Mais comment un seul globule auroit-il pu donner naissance à une longue traînée de lumière ? Voici comment je conçois l'explication de ce phénomène : le gaz s'échappe du sein de la terre ; en contact avec l'air il s'enflamme : par un mouvement qui peut-être lui est propre, ou qui lui est imprimé par quelque cause particulière, il prend une direction : tout annonce que ce mouvement est rapide. Les impressions sur la rétine, produites par le déplacement successif de ce globule, se font d'une manière si instantannée, qu'elles ne produisent qu'une seule et unique sensation ; de sorte qu'il est impossible à l'œil de distinguer des espaces intermédiaires, entre le point de l'horizon où le météore commence à paroître, et celui où il disparoît. Ainsi si vous faites mouvoir avec rapidité un corps enflammé sur la direction d'une ligne droite, tout l'espace parcouru vous paroîtra simultanément enflammé ; et si vous lui imprimiez un mouvement circulaire, elliptique, etc. etc. ; ces diverses courbes que vous lui feriez décrire, vous paroîtroient

en feu dans tous les points de leur circonférence.

Mais le gaz hydrogène phosphoré, en s'enflammant, ne se dissipe-t-il pas à l'instant ? il est certain que ce gaz préparé par l'art ne survit pas à son inflammation: il en est peut-être autrement de celui qui est travaillé par la nature. Son mode de manipulation, de combinaison, n'est peut-être pas le même que celui des hommes : et s'il est différent, il n'est pas étonnant que la combustion de ce gaz offre des différences. Puis il peut se faire, et cette opinion me paroît très-vraisemblable, que la nature mêle ou combine avec ce gaz quelque substance qui donne, pour ainsi dire, de la consistance à sa combustion, et fait que son inflammation n'est pas instantannée, et a une certaine durée. Ce qui m'inspire cette opinion, c'est qu'il est des météores qui me paroissent devoir sans nul doute leur origine au gaz hydrogène phosphoré, et qui ont une durée plus ou moins longue. Vous jugez que ce n'est pas ici le lieu d'entrer dans des détails sur cet objet.

Je ne crois pas que le mode de formation du second météore, fût le même que celui du premier : les différences qu'il offre ne permettent pas de le penser. Le premier s'éleva à une très-petite hauteur au-dessus des cimes des montagnes ; le dernier s'éleva à une hauteur plus grande. Le premier s'enflamma presque aussitôt qu'il eut jailli du sein de la terre : le dernier fut au contraire quelques instans à s'enflammer : en s'élevant, il laissa sans doute apercevoir une lueur foible et légère; mais il étoit facile de voir que ce n'étoit qu'une très-petite portion de lui-même qui brûloit, puisqu'à peine on pouvoit distinguer la lumière qu'il répandoit : elle fut bien autrement vive et abondante, quand il s'en-

flamma. Tout dit que la nature de ces deux météores n'étoit pas entièrement la même. Aussi, comme je l'ai déjà remarqué, la teinte de leurs couleurs, quand ils s'enflammèrent, fut différente.

S'il étoit permis de hasarder des conjectures sur leur mode de composition, je dirois que le premier étoit principalement composé de gaz hydrogène phosphoré, et d'une petite portion de gaz hydrogène sulfuré; et que le second étoit principalement composé de gaz hydrogène sulfuré et d'une petite portion de gaz hydrogène phosphoré. Pour entrer en combustion le premier n'eut besoin que du contact de l'air atmosphérique : le second eut sans doute besoin du contact de l'étincelle électrique. C'est à cause de cela, selon toutes les apparences, qu'il ne s'enflamma que lorsqu'il fut élevé dans l'atmosphère; parce que c'est principalement dans sa région supérieure que le fluide électrique est le plus abondant. D'après ce que je vous ai dit des grandes quantités de soufre existantes dans quelques-unes de ces montagnes, vous devez juger que la nature a abondamment sous la main tous les matériaux dont elle peut avoir besoin, pour produire du gaz hydrogène sulfuré. C'est peut-être au mélange du gaz hydrogène sulfuré avec le gaz hydrogène phosphoré, que celui-ci est redevable que sa combustion ait une certaine durée; et c'est sans doute au mélange du gaz hydrogène phosphoré avec le gaz hydrogène sulfuré, que le dernier météore doit cette lueur légère qu'il laissoit apercevoir en s'élevant dans l'atmosphère.

La cause qui produit le phénomène des étoiles tombantes, est encore très-peu connue : l'observation que je viens de vous rapporter de ces météores, me paroît

pouvoir jeter quelque jour sur leur mode de formation. Diverses observations que j'ai faites sur ces étoiles tombantes, et que le temps ne permet pas de vous rapporter, me portent à croire que leur origine tient aux mêmes causes, auxquelles je présume que les deux météores doivent leur existence; et par conséquent qu'elles sont produites par du gaz hydrogène phosphoré, mêlé avec un peu de gaz hydrogène sulfuré, ou par du gaz hydrogène sulfuré mêlé avec une petite portion de gaz hydrogène phosphoré. Le gaz hydrogène sulfuré seul peut également donner naissance à ce phénomène. Ainsi, les étoiles tombantes ne seroient pas produites par des masses ferrugineuses venant des régions célestes, et s'enflammant en traversant notre atmosphère; ainsi elles ne seroient pas produites non plus par une combustion successive de molécules inflammables; ni par une suite d'explosions électriques: et telle est aussi l'opinion de M. Patrin. Lorsque ces étoiles tombantes se composent de gaz hydrogène sulfuré seul, ou mêlé avec une petite portion de gaz hydrogène phosphoré, le fluide électrique doit sans doute nécessairement concourir pour enflammer ce gaz: mais les élémens dont elles sont formées, sont entièrement indépendans de ce fluide. Ainsi, le feu qui nous chauffe dans nos foyers, est le résultat de l'ignition des matières combustibles que nous y mettons, et non de l'étincelle à l'aide de laquelle nous avons enflammé ces matières: ainsi c'est au flambeau qui nous éclaire que nous sommes redevables de la lumière qui brille à nos yeux, et non à l'étincelle qui l'a allumé. D'après ce que je vous ai dit, vous jugez qu'il peut exister des étoiles tombantes, indépendamment du secours du fluide électrique; puis-

qu'elles peuvent être uniquement ou principalement composées de gaz hydrogène phosphoré qui s'enflamme par le simple contact de l'air atmosphérique.

Une remarque à faire, c'est que le soir que ces deux météores parurent, l'air étoit chargé de fluide électrique; remarque qui pourroit faire conclure, que quoique le fluide électrique ne soit pas partie constituante des étoiles tombantes, et qu'il concoure tout au plus pour enflammer les matières dont elles se composent, son existence dans l'atmosphère en quantités plus considérables, est nécessaire pour déterminer la combinaison des substances gazeuses dont ces étoiles tombantes se composent. Les quantités de ce fluide existantes dans l'atmosphère, sont bien loin d'être toujours les mêmes. Pourquoi, dans certaines circonstances, sont-elles beaucoup plus abondantes que dans d'autres? C'est ce qu'il n'est peut-être pas facile de dire; et ce qu'il importeroit cependant beaucoup de savoir.

Depuis long-temps l'atmosphère a été habituellement chargée de fluide électrique, qui me paroît avoir exercé une influence marquée sur la température. Il y a plus d'un mois et demi qu'il pleut presque toujours, et abondamment dans les montagnes du Cantal: et cependant quoique tous les vents aient soufflé tour à tour, la température de l'atmosphère a été ordinairement assez douce: ce qui est une chose extraordinaire dans les montagnes de l'Auvergne, où les pluies les plus légères refroidissent beaucoup le temps. J'attribue la cause de cette douce température de l'atmosphère au fluide électrique qui y est abondamment répandu: et peut-être est-ce à cette même cause encore qu'il faut attribuer ces pluies si abondantes. Lorsque le fluide

électrique est abondamment répandu dans l'air, tout dit que les combinaisons de l'hydrogène et de l'oxigène doivent s'opérer facilement, et en quantités considérables : et l'eau n'est que le résultat de la combinaison de ces deux gaz.

Le temps est si constamment pluvieux, qu'il m'est impossible de continuer davantage mes courses minéralogiques dans les montagnes du Cantal : et j'ose dire qu'aucun naturaliste peut-être ne les eût continuées si long-temps, les pluies étant si constantes et si abondantes. Mais j'étois au Cantal lorsque les pluies ont commencé ; je n'ai pas voulu que mon voyage fût inutile : j'ai fait des courses malgré le mauvais temps. J'espérois qu'il se remettroit au beau : mon attente a été frustrée. Vous pouvez aisément juger combien sont pleines de dangers, sous tous les rapports, et combien sont pénibles des courses dans les montagnes faites à pied par des temps pluvieux ! aussi, je suis on ne peut plus harrassé de fatigue. En général toutes mes courses ont été cette année très-pénibles. Dans le mois de fructidor, où j'ai parcouru les monts Dôme et les monts d'Or, les chaleurs ont été excessives. A ces chaleurs insupportables ont succédé des pluies abondantes, qui me forcent malgré moi à discontinuer mes courses. J'en ai d'autant plus de regret que dans la partie du Cantal où je suis, j'aurois encore beaucoup d'endroits à visiter, et que je n'en suis qu'à de petites distances. Jugez combien il est malheureux de ne pouvoir pas les parcourir, et d'être obligé, si je veux les voir, de revenir dans ce pays. Un pareil voyage est toujours long et pénible. Que faire ? Il faut céder aux circonstances, et se résigner à son sort.

LETTRE XLV.

Il y a une douzaine de jours, Monsieur, que je suis de retour à Clermont : les mêmes raisons pour lesquelles je vous ai fait part de l'accident météorologique du Cantal, m'engagent à vous faire part aussi d'un autre accident météorologique que j'ai observé hier au soir, premier frimaire. Dans la journée, les vents avoient été assez constans, et avoient soufflé assez généralement de l'ouest. Le matin, le temps avoit été un peu pluvieux ; l'après-midi, il fut seulement un peu couvert ; vers les 5 heures du soir le ciel s'éclaircit ; et vers les 6 heures il étoit parfaitement serein : dans toute l'étendue de l'horizon on n'apercevoit pas le plus léger, le plus petit nuage. L'air étoit très-calme ; les étoiles brilloient d'un vif éclat. Je préjugeai que le vent du nord souffleroit peut-être dans la nuit : réellement il s'éleva vers les 9 heures ; il s'annonça même tout d'abord avec une assez grande violence. Renfermé dans ma chambre, occupé à travailler, je ne sortis point pour observer dans ce moment l'état de l'atmosphère ; et j'en eus après bien du regret. Le vent du nord souffla avec une impétuosité égale jusqu'à 9 heures trois quarts. A cette heure, le vent cesse subitement : il règne quelques instans de calme ; et le vent du midi souffle avec une force qui me parut égale à celle avec laquelle avoit soufflé le vent du nord. Ce changement si subit de deux vents diamétralement opposés m'étonne, et m'étonne d'autant plus

que le vent ne paroissoit avoir suivi aucun point intermédiaire de l'horizon. Les vents partout se montrent inconstans dans leur direction : mais j'ai presque toujours observé qu'avant d'en prendre une diamétralement opposée, ils passoient par les points principaux intermédiaires de l'horizon : et ordinairement leur marche est du nord à l'est, de l'est au sud, du sud à l'ouest, et de l'ouest au nord. Je sais qu'il est des exceptions à cette observation; mais elles sont assez rares.

Cependant ne donnant pas suite aux réflexions que ce changement subit de direction avoit fait naître, je continuai mon travail : 14 ou 15 minutes se sont à peine écoulées, que le vent du midi s'appaise; et que presque à l'instant lui succède un vent du nord aussi violent. Désireux de savoir à quoi pouvoient tenir des variations aussi singulières de l'atmosphère, je sors à l'instant de ma chambre; et je vais dehors pour observer l'état du ciel : j'aperçois une clarté assez considérable vers le nord : et je ne doute nullement qu'elle n'y eût été visible, lorsque le vent du nord s'éleva pour la première fois. Cette lumière étoit rougeâtre et paisible ; elle paroissoit se détacher de la voûte apparente du ciel, et imitoit cependant sa courbure. Cette espèce d'aurore boréale pouvoit être élevée au-dessus de l'horizon de 40 degrés; et étoit concentrée dans un assez petit espace: j'ai dit cette espèce d'aurore boréale, parce que je ne crois pas que c'en fût une véritable. Les aurores boréales se montrent sous d'autres traits : elles donnent naissance à des jets lumineux, à des traînées de flammes qui s'échappent vers divers points de l'horizon; accident que n'offroit point la clarté dont je parle. Quelques légers nuages étoient répandus dans l'atmosphère. Mes yeux

avoient été à peine fixés 8 ou 10 minutes sur cette clarté, qu'elle disparoît ; que le vent change subitement, et passe instantannément au midi : il étoit moins violent. Je fus bien sûr alors que ce changement de direction opposée ne s'étoit point fait progressivement, et que le vent n'étoit passé par aucune partie intermédiaire de l'horizon.

Étonné plus que jamais de ces variations si subites, et ne sachant à quoi en rapporter la cause, je me tourne du côté du midi : quelle fut ma surprise, lorsque je vis dans cette partie de l'horizon la même clarté que j'avois aperçue du côté du nord, et offrant les mêmes accidens. La seule différence que je remarquai, c'est que la lumière étoit un peu plus affoiblie, et que son élévation au-dessus de l'horizon n'étoit guère que de 30 degrés. Au bout de 5 à 6 minutes le vent change de nouveau ; passe au nord ; devient plus doux : et cette clarté disparoît. Ne doutant nullement qu'elle n'eût reparu au nord, je me retourne vers cette partie de l'horizon avec la rapidité de l'éclair ; et véritablement je l'y aperçois. Je remarquai qu'elle étoit encore moins vive qu'elle n'étoit, il n'y a qu'un instant, au midi ; qu'elle paroissoit être plus basse dans l'atmosphère, s'être plus enfoncée vers le septentrion. Dans l'espace de 2 à 3 minutes le vent change encore de direction, passe au midi : mais alors ce n'étoit qu'un léger souffle qui à peine se faisoit sentir. D'après ce que j'avois observé, j'imaginai que je retrouverois au midi cette clarté, mais plus foible : je n'en aperçus aucune trace ; elle avoit entièrement disparu de toutes les parties de l'horizon : ou peut-être s'étoit-elle montrée au midi, mais si foible qu'il avoit été impossible de l'y distinguer.

La clarté de la lune qui paroissoit, ainsi que celle des étoiles, avoient peut-être empêché de la voir. Le ciel étoit un peu couvert, mais très-peu. Pendant tout le temps que je demeurai dehors, (et j'y demeurai long-temps), la direction du vent fut constamment la même: et il ne fut plus qu'un doux zéphir. Sa direction est encore la même au moment que j'écris; et à peine souffle-t-il: il est 6 heures du matin. J'aurois bien voulu fixer d'une manière précise les temps de ces diverses observations: la chose ne m'a pas été possible, parce que tout d'abord je n'y attachai point une grande importance, et que lorsque j'étois dehors, je n'avois point de lumière pour pouvoir regarder ma montre.

A peine rentré, je n'eus pas de plus grand empressement que de regarder mon baromètre et mon thermomètre, que j'avois observés avant de sortir: ni l'un ni l'autre, au milieu de ce petit désordre de l'atmosphère, n'avoient bougé. Je remarquerai à ce sujet que les baromètres ont été bien loin d'être constamment d'accord avec les grandes et longues variations de l'atmosphère. Je sais qu'ils ne sont pas toujours d'infaillibles indicateurs du temps qu'il fait et qu'il doit faire: beaucoup de circonstances diverses peuvent les rendre infidèles dans leurs pronostics: mais ce n'est guère que lorsque les variations de l'atmosphère sont subites, qu'ils nous induisent en erreur. Je vous rappellerai encore ici une remarque que j'ai faite dans ma lettre précédente, que le temps conserve toujours une température douce, malgré les quantités immenses de pluie qui ne cessent de tomber depuis deux mois: et je vous ai déjà dit que c'étoit une chose extraordinaire, particulièrement en

Auvergne, où les pluies les plus légères réfroidissent beaucoup le temps.

Tous les accidens divers que l'on observe dans la nature, s'enchaînent entre eux ; et doivent leur naissance à quelque cause : quelle est celle qui, dans un si court espace de temps et même instantanément, donnoit aux vents des directions si opposées ? Comment l'atmosphère fortement agitée dans un sens, pouvoit-elle recevoir sitôt un mouvement contraire ? Est-ce au fluide électrique ou à quelque matière phosphorescente, qu'est due cette clarté qui paroît avoir exercé la plus grande influence sur la formation de ces courans d'air ? Je dis courans d'air, parce que tout annonce que les vents se circonscrivoient dans des limites assez resserrées de l'est à l'ouest ; que dans leur cours ils n'embrassoient pas un grand espace en largeur. Tout annonce aussi qu'ils ne s'étendoient pas bien au loin du sud au nord, et du nord au sud. Comment les diverses durées des vents forment-elles comme une espèce de progression décroissante dont les termes sont en rapport avec l'affoiblissement de cette clarté ? Comment leurs changemens de direction sont-ils devenus d'autant plus prompts qu'elle perdoit davantage de son activité ? Comment cette clarté se manifestoit-elle instantanément dans des parties opposées de l'horizon ? Rien ne fait conjecturer qu'elle étoit emportée du pôle nord vers le pôle sud, et du pôle sud vers le pôle nord : je n'ai jamais remarqué aux pôles aucune masse de lumière. On pourroit encore faire beaucoup d'autres questions qui ne seroient pas plus faciles à résoudre.

Il est un autre accident que je remarquai hier au soir,

qui

qui peut-être se lie aussi avec ceux que je vous ai rapportés : vers les cinq heures trois quarts du soir, quoique le temps fût serein, le Puy-de-Dôme étoit enveloppé de nuages groupés de manière qu'ils dessinoient parfaitement toutes ses formes. Cette espèce de manteau qui paroissoit avoir été jeté sur lui avec le plus grand art, servoit même à les faire ressortir davantage. Au nord et au midi, les nuages, vers le milieu de la montagne, se détachoient de sa masse; et lui formoient comme une auréole. Vous auriez dit qu'une main industrieuse avoit placé, et suspendu dans tout son contour une bande lumineuse. La partie de ces nuages qui touchoit à la montagne, réfléchissoit dans tout son pourtour, à la distance d'environ deux décimètres (un pied), une clarté douce et paisible d'une couleur blanchâtre et rougeâtre. Cet accident de lumière offroit un spectacle très-curieux. J'ai peine à croire que ce cercle lumineux qui environnoit la montagne du nord au midi, fût dû à la réflexion des rayons solaires : le soleil alors étoit trop enfoncé au-dessous de l'horizon, pour avoir pu éclairer ce nuage. D'ailleurs, comment seroit-il arrivé qu'il n'eût éclairé que cette zone si artistement dessinée, et qu'il eût laissé dans l'obscurité les parties supérieures?

Je serois assez porté à croire que cette curieuse irradiation qui dura environ 2 à 3 secondes, étoit produite par quelque matière phosphorescente. Je croirois aussi volontiers que cette espèce d'aurore boréale dont je vous ai parlé, étoit produite par une substance phosphorescente, qui peut-être étoit enflammée par le fluide électrique, emporté par un mouvement plus ou moins rapide vers les deux pôles. Peut-être encore est-ce à ce mouvement du fluide électrique qu'est due la direction opposée

de ces vents divers qui ont soufflé? Peut-être encore est-ce à la diminution progressive de la quantité de ce fluide, qu'est due la diminution progressive de la violence des vents? Cette conjecture viendroit à l'appui de celle que j'ai hasardée sur la cause de cette douce température de l'atmosphère, malgré les pluies si abondantes et si continues qui tombent depuis si long-temps, et sur la cause qui produit ces pluies; cause que j'ai attribuée aux grandes quantités de fluide électrique répandu dans l'atmosphère : (voyez ma lettre précédente). Les météores que j'ai observés hier ici, me paroissent avoir le plus grand rapport avec ceux que j'ai observés au Cantal.

POST-SCRIPTUM.

Depuis que je suis de retour de mes courses, j'ai lu dans l'excellent Journal de physique du célèbre de la Métherie, un mémoire très-intéressant du savant M. d'Aubuisson, sur une espèce de lave qu'il appelle phonolithe, à cause de la propriété qu'elle a de rendre un son quand on la frappe: c'est celle que je nomme pétrosiliceuse, parce qu'elle est à base de pétrosilex; qu'elle en a la texture, le facies et tous les caractères. J'ai parlé de cette substance dans mes Obs., (p. 44 et suiv. des notes, et dans mes lettres XIVe., XXIVe. et XXVe.). J'ai dit dans ces lettres quelles sont les causes qui peuvent rendre cette lave sonore; et quels sont les accidens divers qu'elle offre relativement à cette propriété. M. d'Aubuisson, en parlant des opinions des naturalistes sur

l'origine de la phonolithe, dit que « comme il croit avoir » observé un passage non-interrompu et en quelque » sorte une continuité de masse entre le porphyre à » base de phonolithe et celui qui compose la masse prin- » cipale des monts d'Or, et qu'il ne sauroit douter de » l'origine volcanique de ce dernier; il seroit porté à » croire que c'est aussi celle de la phonolithe des monts » d'Or. » Il n'entre dans aucun autre détail sur sa volcanisation. Dans mes Observations, pag. 44 et suiv. des notes, et dans ma lettre XIVe., je rapporte diverses preuves qui la mettent hors de tout doute, et l'établissent de la manière la plus convaincante. J'ai remarqué dans ma lettre XXIVe., que la propriété d'être sonore n'appartenoit pas seulement aux laves pétrosiliceuses; que des basaltes l'avoient également en partage, et même à un plus haut degré: (voyez ma lettre XXVe.). Or la nature, ou pour mieux dire, la texture des laves pétrosiliceuses et des laves basaltiques n'étant pas en général la même, je ne crois pas que l'on puisse désigner aucune d'elles par un nom expressif d'un accident commun à toutes les deux. Je sais bien que les laves pétrosiliceuses passent aux basaltes par des nuances insensibles : mais il n'en est pas moins certain que les laves pétrosiliceuses ont des caractères qui les distinguent des basaltiques. Si on devoit regarder comme de même nature, et désigner par le même nom les substances minérales qui passent par des nuances insensibles des unes aux autres, on devroit regarder comme de même nature, et désigner par le même nom presque toutes les roches neptuniennes : car elles se transforment les unes dans les autres par des nuances très-difficiles à distinguer. Cependant chacune a reçu, et con-

serve un nom caractéristique. Nos systèmes de classification ne sont pas ceux de la nature. On diroit même, quand on considère les roches, qu'elle n'a modelé sur aucun ses productions minérales. M. d'Aubuisson parle d'un mémoire sur les monts Dôme : je ne l'ai point vu ; et c'est pour moi un véritable regret. Soit que les observations qu'il renferme eussent été conformes ou opposées aux miennes, je me serois fait un plaisir et un devoir de le citer. On manqueroit à soi-même essentiellement, si connoissant l'ouvrage d'un auteur qui a traité d'une matière sur laquelle on écrit, on n'en faisoit point mention. J'ignore s'il a paru aucun mémoire de M. d'Aubuisson sur les monts d'Or et sur le Cantal : je n'en ai vu aucun. Je ne reçois maintenant aucun journal des sciences, parce que les circonstances ne me le permettent pas.

FIN.

TABLE

DES PRINCIPALES MATIÈRES

Contenues dans l'Avertissement et dans les Lettres.

AVERTISSEMENT.

LETTRE PREMIÈRE. (page 1).

LETTRE II. (page 8).

Cc 3

LETTRE III. (page 15).

LETTRE IV. (page 25).

LETTRE V. (page 33).

LETTRE VI. (page 42).

LETTRE VII. (page 52).

LETTRE VIII. (page 58).

LETTRE IX. (page 72).

LETTRE X. (page 81).

LETTRE XI. (page 87).

LETTRE XII. (page 93).

LETTRE XVI. (page 117).

LETTRE XVII. (page 123.).

LETTRE XVIII. (page 128).

LETTRE XIX. (page 132).

LETTRE XXII. (page 149).

LETTRE XXIII. (page 158).

LETTRE XXIV. (page 171).

LETTRE XXV. (page 185).

LETTRE XXVI. (page 199).

LETTRE XXVII. (page 205).

LETTRE XXVIII. (page 211).

LETTRE XXIX. (page 224).

LETTRE XXX. (page 236).

LETTRE XXXI. (page 242).

LETTRE XXXII. (page 254).

LETTRE XXXIII. (page 262).

LETTRE XXXIV. (page 270).

LETTRE XXXV. (page 284).

LETTRE XXXVI. (page 299.).

LETTRE XXXVII. (page 303).

l'Italie,

LETTRE XXXIX. (page 324).

LETTRE XL. (page 333).

LETTRE XLI. (page 344).

LETTRE XLII. (page 357).

LETTRE XLIII. (page 371).

LETTRE XLIV. (page 144).

LETTRE XLV. (page 396).

TABLE

PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE

Des principales Matières contenues dans l'Avertissement et dans les Lettres.

Les chiffres romains indiquent la page de l'Avertissement ; et les chiffres arabes, celle des Lettres.

Comme il est parlé des mêmes objets dans différentes parties de l'ouvrage, j'ai cru qu'il étoit nécessaire de faire une table alphabétique, afin que les endroits où il en est fait mention, pussent être indiqués de suite. Désireux d'abréger cette Table, je ne ferai que désigner les pages où il en est question. L'indication des choses dont il est parlé dans les endroits cités, l'eût rendue trop volumineuse. Il est des mots souvent répétés dans les lettres, qui à peine seront indiqués dans la table alphabétique, comme ceux d'Auvergne, de Cantal, de coulée volcanique, de cratère, de monts Dôme, de monts d'Or, de volcan, etc. etc. etc. L'énumération des pages où il en est fait mention, eût été trop longue. Il est aussi beaucoup d'objets dont il est parlé dans l'ouvrage, qui ne seront pas même indiqués dans la table alphabétique, parce qu'ils le sont dans la table des lettres : ainsi celle-là ne dispense pas de consulter celle-ci.

A.

B.

C.

D

E

F

G.

Kamtchatka :

K.

L.

N.

R.

T.

U.

V.

Z.

FIN.

ERRATA

ET ADDITIONS.

PAGE 62, ligne 17; au lieu de *qualité d'élétère*, lisez qualité délétère.

Page 72, ligne 6; au lieu de *alinote*, lisez actinote.

Page 74, ligne 4 en remontant; au lieu de *Murat*, lisez Murol.

Page 144, ligne 14, après ces mots, *creusées par les eaux fluviatiles*, ajoutez, depuis l'inflammation des volcans.

Page 174, ligne 16, au lieu *des poreuses*, lisez de poreuses.

Page 193, ligne 20, au lieu de *et ne soit un cristal beau*, lisez et qu'un cristal ne soit beau.

Page 196, ligne 8 en remontant, au lieu de *leur largeur varie*, lisez leur épaisseur varie.

Page 197, ligne 21, au lieu de *résultats d'une cris tallisation*, lisez résultats d'une cristallisation.

Page 199, ligne 11, au lieu de *en plusieurs endroits dans les environs*; lisez en plusieurs endroits; dans les environs.

Page 253, ligne 2, au lieu de *un pareil mode de formation. Mais des laves, etc.*, lisez un pareil mode de formation : cette coulée ne repose sur du calcaire qu'à Gergovia; et ce calcaire ne renferme point des matières siliceuses. Mais des laves, etc.

Page 265, ligne 9, au lieu de 44 volcans, lisez 4 volcans.

Page 278, ligne dernière, au lieu de *belle tatue*, lisez belle statue.

Page 282, ligne 13, au lieu de *les naturalistes*, lisez des naturalistes.

Page 322, ligne 14, au lieu de *ceylanites de la Mettrie*, lisez ceylanites de M. de la Metherie. (Dans presque tous les endroits où il est parlé de ce savant célèbre, la même faute a été faite).

Page 342, ligne 16, au lieu de *sincèrement cher*, lisez sincèrement chère.

Page 358, ligne 5 en remontant, après ces mots, *où il se trouvoit nécessaire*, ajoutez, dans la direction de la déclivité du sol.

REMARQUES

SUR

LES TABLEAUX SUIVANS.

Je divise les substances minérales en non-volcaniques et en volcaniques : j'appelle non-volcaniques, toutes celles qui ne doivent point leur origine aux volcans. Dans ma lettre XXXVIII, je les ai désignées sous le nom de neptuniennes, en remarquant cependant qu'il eût peut-être mieux valu dire non-volcaniques. Il est réellement des substances qui ne sont pas des produits des volcans, et qui ne sont pas non plus les produits des eaux ; telles que celles qui sont le résultat de la combinaison des substances décomposées, etc. Cette expression de non-volcaniques, ne précisant rien sur le mode de formation des substances minérales, ne heurtant aucun système, pouvant s'accommoder à tous, me paroît préférable. Je les classerai d'après le système du célèbre Haüy, comme je l'ai fait dans ma lettre XXXVIII. Les substances volcaniques seront classées d'après leur plus ou moins grande ressemblance avec les substances non-volcaniques, et d'après leurs divers degrés d'altération : je placerai en tête celles qui n'ont été nullement altérées, afin que les substances volcaniques se lient à celles qui ne le sont pas. On pourroit former ainsi comme une méthode de classification naturelle de toutes les substances minérales existantes ; mais

leur nature nous étant encore peu connue, une pareille distribution ne pourroit être que très-imparfaite. Un système de classification des substances volcaniques est fort difficile à faire. Je nomme substances volcaniques, toutes celles qui existent parmi les déjections des volcans, quelle que soit leur nature. Cette dénomination n'est peut-être pas bien exacte : on ne devroit appeler substances volcaniques, que celles qui ont été plus ou moins altérées par les volcans, ou qui ont été produites par eux ; et c'est l'acception que j'ai donnée à ces mots dans mes letrres. Mais dans un tableau où de grandes divisions sont nécessaires, on ne peut pas se montrer toujours si précis dans la valeur des termes : qu'importent d'ailleurs ceux dont on se sert, pourvu qu'on ait le soin de dire quelle est l'idée qu'on leur attache ! Il est cependant à remarquer que les substances non-altérées pourroient être appelées à juste raison volcaniques, parce qu'il seroit possible qu'elles fussent le résultat des combinaisons opérées par les volcans. Lorsque j'ai inséré dans mes lettres la très et trop succincte notice des substances non-volcaniques, je ne pensois pas à former un tableau des substances volcaniques; autrement, je l'aurois supprimée. Faisant le tableau de celles-ci, j'ai cru ne pouvoir pas me dispenser de faire également le tableau de celles-là, afin qu'on pût voir réunies, dans un même cadre, les unes et les autres. Je ne ferai mention que de leurs principales espèces.

I

Ier. TABLEAU.

UQUES.

·bea
ılair
·; pa
. (l
·); l
s in
eur .
pn a
e pa
sûı
s l
, l
tati
ce à
es, générale-
e n le seconde
qu
ière ıation, et
ice leur nais-
meni, et leur
ıorpt.
rou
ıchi
ırph
icul
rnit
, fol
noi
mei de frag-
traglutinés,
l'éformation
typilles ils ont
regi

- 1
- Ja
ue,

Plomb sulfuré ; aire ; argentifère. Plomb carbonaté ; aciculaire ; ıté arsenié, mameloné. Plomb noir. — Cuivre pyı. Cuivre sulfuré, amorphe ; cristallisé. Cuivre carl carbonaté vert oxigéné. (*Malachite*). — Fer sulfuré. Fer oxidé ; hématite mameloné ; luisant ; (*mine de fer ou pierre d'aigle*) ; globuliforme ; (*mine de fer en g*phosphaté ; amorphe ; cristallisé.

monts Dôme, les ; *et ce qui le prouve d'une manière bien convaincante, ıtes, qui ceignent de toutes parts les excavations qu'ui environnent leurs cratères, sont toutes granitiques. uiv. des notes.*

Quoique les rocl Auvergne, je n'en fais point mention ici, parce qu'

Argile glaise ; a rouge graphique, (*crayon rouge des dessinateurs*) *yon des charpentiers*) ; argile impressionnée. — Arıssable ; argilo-ferrifère ou marbre secondaire. — Chı.

Quartz agathe ıis par un ciment de même nature, (*poudings*) brèche ; fragmens calcaires anguleux et roulés, ag — Quartz arénacé agglutiné ou grès ; offrant beaısa dureté, dans sa couleur, etc. (*Ordinairement ce le voisinage des houillères, ont une odeur pissasphs calcaires ; ce qui porte à croire que ces substances des eaux de la mer, formés depuis leur irruption existence n'est pas contemporaine de celle à laquelle ent jamais le pissasphalte, et qui ont été produits, ellement le globe. D'où je conclurois encore que, lors deifs, il n'existoit point d'animaux dans la mer, et qugrès et les roches calcaires ont été formés : car je reg résultante, au moins en partie, de la décomposition qui a donné naissance à des matières huileuses, tales, ont engendré des bitumes. Voyez mes Observat au moins en partie, parce qu'ils peuvent aussi être pe ce pays n'a été volcanisé que depuis l'irruption des volcans ne se sont allumés, dans les diverses partiesmaux : on peut conjecturer encore que les eaux de la qu'autant qu'elles sont chargées de parties bitumineuseveur du système ordinaire de volcanisation, et une o*Quartz alumnifère, tripoléen ou tripoli, brunâtre Mena. (*Voyez mes Observations, pag. 34 et suiv.* deles houillères.

TABLEAU.

ES A

fication n'est guère sensible, qu'autant qu'on

ont ét entre les laves scorifiées, et les laves vérita-

rtions des itrific *nir à celles-ci, parce que je ne regarde comme*

CL ains plus *montre avec des traits bien apparens, et ne*

rigine qu'aux volcans; mais il n'en est point

bstance; *tous soient réunis dans la même classe, quel*

r masse; *ion).*

calcaire;

ir été tant beaucoup de variétés dans la nature du

le d' nées. (*Je place les brèches volcaniques dans*

niques : tc *e sont réellement que des tufs, dont le ciment*

xistence e *qu'il m'a été impossible de les placer ailleurs;*

ave, son ti *pent la série des produits volcaniques*).

s.

iques

tabulaires moin cides, et altérés par elles. — Laves décolo-

roïdes. Tc des in s dont la décomposition spontanée produit des

culièr les inscrits les uns dans les autres, etc.; pro-

re text

tantôt sup

el est l'ex

ormant un

ient arron *nt je vis, ou modifiées par des feux souterrains non-*

s, des les doivent en être séparées, et constituer une

leur n s et les accidens de leur combustion. Des sub-

grisâtres; *tiennes. Il en est qui ont été plus ou moins altérées,*

doine; la *dont le volcaniques : d'autres ont été fondues. Parmi*

ent contou *autre nnent du cuivre pyriteux, du fer sulfuré, du*

tes, d'un *l'état produits volcaniques; et sans le secours des*

r grosseur *té de l pyrites, est quelquefois le même que celui des*

CL *composent à cro es houillères et des pyrites; et que cette étude*

mi elles d de toute induction fournit encore un grand argument

matières *soit dadées : ce n'est pas dans un tableau que je puis*

nes, prod ser le feux souterrains des houillères et des pyrites,

es, q

2e. Tableau.





